

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM  
BIODIGESTORES A PARTIR DE DEJETOS DE SUÍNOS DA  
COOPERATIVA REGIONAL AGROPECUÁRIA DE CAMPOS  
NOVOS (COPERCAMPOS), SANTA CATARINA.**

**ANA CLAUDIA HECK**

Florianópolis  
Novembro/2013

**POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM  
BIODIGESTORES A PARTIR DE DEJETOS DE SUÍNOS DA  
COOPERATIVA REGIONAL AGROPECUÁRIA DE CAMPOS  
NOVOS (COPERCAMPOS), SANTA CATARINA.**

Relatório de estágio apresentado ao curso de Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Antônio Carlos Machado da Rosa

Supervisor: Lúcio Marsal Rosa de Almeida

Empresa: Cooperativa Regional Agropecuária de Campos Novos-Copercampos.

Florianópolis - SC

2013

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo dom da vida.

Aos meus pais Hugo Francisco Heck e Irte Cecília Trevisan Heck ao apoio e compreensão nas tomadas de decisões durante a jornada.

Aos meus irmãos Victor Heck, Carla Heck , Marcelo Heck e cunhado Ronaldo Abel, pelos conselhos e cuidados durante a faculdade, principalmente nos momentos de indecisões.

Ao meu orientador, Antônio Carlos Machado da Rosa, pela atenção, carinho, auxílio e, principalmente, pela paciência durante a etapa final do curso.

Ao meu supervisor, médico veterinário, Lúcio Marsal Rosa de Almeida e aos demais funcionários do departamento de suinocultura pela disposição de tempo e auxílio para o cumprimento das tarefas elaboradas.

A todos os amigos e colegas presentes durante a faculdade pelo companheirismo e apoio nos momentos de estudos, desabafos e festas, em especial ao Agenor Freitas, Bruno Melo, Carina Malinowsky, Caroline Hawerth, Francine Pagnan Da Boit, Maria Luiza Tomazi e Maíra Tomazzoli.

Enfim, a todos que, mesmo que distantes, contribuíram de alguma forma com meu crescimento como pessoa e acadêmica.

## RESUMO

As questões ambientais, de um modo geral, possibilitarão que a produção e a distribuição de energia, obtidas de combustível fóssil, atualmente exercido pelas companhias gigantes e centralizadas, seja estendido para milhões de pequenos produtores que irão gerar suas próprias energias renováveis em suas moradias ou propriedades e negociar o excedente. O setor energético brasileiro, acompanhando a preocupação de outros países em relação à futura escassez das fontes não renováveis, tais como petróleo, carvão mineral e gás natural, buscam alternativas a elas, que engloba desde a energia solar, eólica, das marés, hidráulica e de biomassa. Da biomassa, estão as que tanto podem gerar energia térmica quanto a elétrica, proveniente de dejetos dos animais, como os da suinocultura. Esta, por ser a fonte de proteína animal mais consumida no mundo, devido ao grande número de animais, o volume de seus dejetos é significativo. A necessidade de dar destinação adequada a eles é um problema a ser resolvido. Entre essas tecnologias está a biodigestão que além de resultar na produção de efluente quase inerte, resulta também, na produção de energia e de biocomposto, por meio de biodigestores. Com o objetivo de identificar o potencial de produção e de geração de energia elétrica a partir do uso de biodigestores realizou-se o estágio junto a Cooperativa Regional Agropecuária de Campos Novos (Copercampos), no setor de suinocultura.

**Palavras- chave:** biodigestor, dejetos de suínos, energia térmica e elétrica.

## ABSTRACT

Environmental issues , in general , will enable the production and distribution of energy obtained from fossil fuel , currently exercised by giant companies and centralized , is extended to millions of small family farms who will generate their own renewable energy and trade surplus . The Brazilian energy sector , following the concern of other countries in relation to the future about of non-renewable resources , such as oil , coal and natural gas seeks alternatives to them , which ranges from solar , wind, tidal , hydro and biomass. Biomass are the ones that can both generate thermal as electric energy, animal waste , such as swine manure. Pig production is the source of animal protein in worldwide consumption. Thus, due to the large number of animals , the volume of their manure is significant . The need to give them proper disposal is a problem to be solved . Among these technologies is that digestion and result in the production of effluent almost inert , also results in the production of energy and biocompound through digesters . In order to identify the potential production and electricity generation from the use of biodigesters held the stage with the Regional Agricultural Cooperative Campos Novos ( Copercampos ) in the swine industry .

**Key words** : Biodigester , pig manure , thermal and electrical energy .

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ações de Biossegurança observadas nas unidades da cooperativa.....	12
<b>Figura 2.</b> Dimensionamento e quantidade de biodigestores instalados nas UPL visitadas. ....	15
<b>Figura 3.</b> Sistema “Flushing” para o manejo do dejetos. ....	16
<b>Figura 4.</b> Sequência base do tratamento de dejetos suíno realizado nas UPLs. ....	17
<b>Figura 5.</b> Destino do dejetos suíno. ....	17
<b>Figura 6.</b> Etapa do tratamento químico do dejetos suíno.....	18
<b>Figura 7.</b> Fontes de energia que compõem a matriz elétrica .....	23
<b>Figura 8.</b> Modelo canadense de biodigestor.....	26
<b>Figura 9.</b> Modelo indiano de biodigestor.....	27
<b>Figura 10.</b> Modelo chinês de biodigestor.....	27
<b>Figura 11.</b> Coleta de dejetos realizados na granja Erval Velho categoria Fêmea gestando. ....	41
<b>Figura 12.</b> Coleta de dejetos de animal da categoria 25-100 kg em unidade de terminação. ....	42
<b>Figura 13.</b> Sequência das etapas que envolvem o processo de produção de ração. ....	66
<b>Figura 14.</b> Etapas da produção do biofertilizante na Cooperativa Copercampos. ....	68

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Características das Fontes de Biomassa no Brasil.....	24
<b>Quadro 2.</b> Planilha, destino da água do bebedor.....	35
<b>Quadro 3.</b> Armazenamento de água.....	36
<b>Quadro 4.</b> Destino água bebedor.....	36
<b>Quadro 5.</b> Coleta de água da chuva.....	37
<b>Quadro 6.</b> Destino água que sobra do consumo.....	37
<b>Quadro 7.</b> Destino água da chuva.....	37
<b>Quadro 8.</b> Destino água de limpeza.....	38
<b>Quadro 9.</b> Armazenamento água de limpeza.....	38
<b>Quadro 10.</b> Manejo de água nas quatro granjas considerando as sub variáveis.....	43
<b>Quadro 11.</b> Manejo da limpeza das instalações nas quatro granjas considerando as sub variáveis.....	44
<b>Quadro 12.</b> Manejo dos dejetos nas instalações nas quatro granjas considerando as sub variáveis.....	45
<b>Quadro 13.</b> Manejo dos biodigestores nas quatro granjas considerando as sub variáveis.....	47
<b>Quadro 14.</b> Geração de energia elétrica nas quatro granjas considerando as variáveis.....	48
<b>Quadro 15.</b> Manejo de água nos trinta integrados considerando as sub variáveis.....	49
<b>Quadro 16.</b> Manejo da limpeza das instalações nos trinta integrados.....	50
<b>Quadro 17.</b> Manejo dos dejetos nos trinta integrados considerando as variáveis.....	51
<b>Quadro 18.</b> Manejo dos biodigestores nos trinta integrados.....	52
<b>Quadro 19.</b> Geração de energia elétrica nos trinta integrados considerando as variáveis.....	53

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Número de animais das Unidades Produtoras de Leitão. ....	13
<b>Tabela 2.</b> Número de Granja de Reprodutores de Suídeos Certificada (GRSC).....	14
<b>Tabela 3.</b> Uso do biogás nas Unidades Produtora de Leitão.....	19
<b>Tabela 4.</b> Etapas do processo de digestão anaeróbica.....	28
<b>Tabela 5.</b> Gases produtos da biodigestão.....	30
<b>Tabela 6.</b> Eficiência Energética de Biogás em Energia Elétrica.....	31
<b>Tabela 7.</b> Produção média diária de esterco+urina (kg) por animal e fase....	32
<b>Tabela 8.</b> Produção média diária de esterco+urina (kg) fase das categorias coletadas.....	54
<b>Tabela 9.</b> Potencial de geração de energia elétrica nas granjas.....	56
<b>Tabela 10.</b> Potencial de geração de energia elétrica nas unidades de recria.....	57
<b>Tabela 11.</b> Potencial de geração de energia elétrica nas unidades de terminação.....	57



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	11
2.1 Manejo dos dejetos.....	14
3. OBJETIVOS.....	21
3.1 Objetivo Geral.....	21
3.2 Objetivo específico.....	21
4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	22
4.1 Planejamento geral das atividades.....	22
4.2 Revisão bibliográfica.....	23
4.3 Atividades executadas na empresa.....	34
4.3.1 Metodologia da pesquisa.....	34
4.3.2 Coleta de dejetos.....	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1 Aplicação das planilhas nas granjas.....	43
5.2 Aplicação das planilhas nos integrados.....	49
5.3 Coleta de dejetos.....	53
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
7. REFERÊNCIAS .....	61
8. ANEXOS.....	65

## 1. INTRODUÇÃO

As questões ambientais, de um modo geral, possibilitarão que o controle sobre a produção e a distribuição de energia, atualmente exercido pelas grandes companhias de energia, centralizadas, obtidas de combustível fóssil, seja estendido para milhões de pequenos produtores que irão gerar suas próprias energias renováveis em suas moradias ou propriedades e negociar o excedente com comunidades. Ainda, segundo Rifkin (2012), “a democratização da energia terá profundas implicações sobre como conduziremos toda a vida das pessoas no próximo século” e ele adverte em função disso, “estamos entrando na era do capitalismo distribuído”, no setor energético.

O setor energético brasileiro demonstra maior interesse nas últimas décadas por fontes alternativas, acompanhando a preocupação de outros países em relação à futura escassez das fontes não renováveis, tais como petróleo, carvão mineral e gás natural. Contudo há grandes impactos ambientais causados pela obtenção destas energias. A busca de alternativas a elas está na diversificação, que engloba desde a energia solar, eólica, das marés, hidráulica e de biomassa. Da biomassa, estão as que tanto podem gerar energia térmica quanto a elétrica, proveniente de dejetos dos animais.

Quanto aos dejetos de animais a suinocultura destaca-se segundo o Gervázio (2013) por ser a fonte de proteína animal que mais é consumida no mundo, sendo praticamente o dobro da carne bovina. Devido ao grande número de animais, o volume de seus dejetos é significativo. A necessidade de dar destino adequado a eles é importante, pois são poluentes. Portanto, são necessárias tecnologias apropriadas. Entre essas tecnologias, o destino adequado dos dejetos produzidos pela atividade pecuária suína associada à necessidade de diversificação das fontes da matriz energética brasileira permite buscar uma que além de resultar na produção de material quase inerte quanto a poluição, resulte também, tanto na produção de energia quanto na utilização do resíduo gerado como, por exemplo, o “biocomposto”, que é o produto resultante da biodigestão anaeróbica de biomassa animal (dejetos) feitas em biodigestores.

A utilização de biodigestores como tecnologia de tratamento de resíduos é considerada uma etapa eficiente para destinação dos dejetos de animais. Com o objetivo de identificar o potencial de produção e de geração de energia elétrica a partir do uso de biodigestores realizou-se o estágio junto a Cooperativa Regional Agropecuária de Campos Novos (Copercampos), em Santa Catarina, no setor de suinocultura.

## 2. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A Cooperativa Regional Agropecuária de Campos Novos (Copercampos) possui sede principal no município de Campos Novos- SC. Apesar de a maior atuação ser na região do Meio Oeste Catarinense e Planalto Sul a Cooperativa atende ainda as regiões do Litoral Norte e Sul, como também municípios do norte do estado do Rio Grande do Sul.

Criada na década de 70, com o intuito inicial de ser uma cooperativa onde os sócios tivessem um local adequado para armazenamento de cereais, em especial o trigo, a empresa expandiu e ganhou forças, abrangendo outras atividades com o passar dos anos. Hoje além de ser destaque na produção de cereais e sementes, atua na área de insumos, rede de supermercados, postos de combustíveis, agroindústrias, sendo este o que vem ganhando força nos últimos anos, principalmente a área suinícola, com expressivos investimentos em genética, nutrição, biossegurança, que busca um trabalho autossustentável com a autosuficiência em energia térmica e elétrica nas unidades produtoras de leitões.

O sistema de produção de suínos na cooperativa segue o modelo intensivo, requerendo uma atenção maior com a parte de sanidade do ambiente. Desta forma, trabalha-se com o sistema “*all in- all out*” (todos dentro-todos fora), respeitando-se também o período de vazio sanitário das instalações.

Além destas práticas, as instalações atendem a normas de biossegurança, realizando procedimentos que previnam a entrada de doenças infecciosas como: barreira verde; cercas de isolamento das unidades; limite de acesso de veículos que circulam em perímetros fora da granja como também desinfecção destes antes de entrar no cercamento; banho e troca de roupas antes de entrar na unidade; qualidade de água e alimentação; destino

adequado de animais mortos assim como do lixo produzido; programas de lavação e desinfecção (Figura 1).



**Figura1.** Ações de Biossegurança observadas nas unidades da cooperativa. Legenda: A) e B) Barreira verde e cerca de isolamento. B) Qualidade da água. C) Limite de acesso de veículo de carregamento de suínos. D) Destinos de animais mortos e restos placentários em câmara fria. E) Armazenamento da ração em silos. F) Lavagem e desinfecção da instalação.

A genética utilizada na cooperativa vem de empresas especializadas em melhoramento genético, que garantem a permanência nos plantéis de suínos das principais características desejadas de acordo com a finalidade da produção, envolvendo tanto animais para abate como linhagens para venda e reposição do plantel. São usadas as raças Large White e Landrace e as linhagens Camborough. O sistema de reprodução envolve a técnica de inseminação artificial, seguindo os protocolos estipulados para cada uma das granjas, bem como atendendo as distinções dos procedimentos para leitoas e porcas.

O controle nutricional é feito principalmente com base em rações balanceadas variando a concentração de seus ingredientes de acordo com a fase de criação. Atualmente a própria empresa é responsável pela sua fabricação e fornecimento.

A disponibilidade e consumo de água também variam em função da idade e fase do animal. A água utilizada nos sistemas vem de poços artesianos

e/ou fonte, localizados na própria propriedade, sendo esta utilizada para o consumo interno como também para as operações de limpeza no local e passa por processo de cloração conforme a presença de coliformes.

O sistema de produção de suínos da cooperativa pode ser dividido em três grupos: Quatro Unidades Produtora de Leitoes (UPL), oitenta Unidade de Terminação(UT) e quatro Unidades de Certificação de Reprodutores (GRSC- Granja de Reprodutores Suídeos Certificada). As unidades produtoras de leitão estão divididas em quatro localidades distintas: Filial 38- Granja Ibicuí, 50- Granja dos Pinheiros, 41- Granja Floresta e a 37- Granja Erval Velho.

O número total de animais envolvidos nas unidades produtoras de leitoes pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Número de animais das Unidades Produtoras de Leitão.

<b>Classes Animais</b>	<b>Granja Ibicuí</b>	<b>Granja dos Pinheiros</b>	<b>Granja Floresta</b>	<b>Granja Erval Velho</b>
<b>Fêmea Gestação</b>	2755	2802	4456	449
<b>Fêmea Lactação</b>	450	662	1168	82
<b>Machos</b>	38	27	45	3
<b>Reposição</b>	862	382	2346	58
<b>Creche</b>	10853	10839	15266	1422
<b>Total de Animais</b>	14958	14712	23281	2014

Fonte: Autora, baseado nos dados do mês de setembro de 2013.

Unidades de Certificação de Reprodutores (GRSC) são os suínos destinados à reposição e/ou venda para as granjas ( UPLs). Estas unidades são garantia que o animal passou por exames periódicos, com alto padrão sanitário e controle de produção.

O número de animais nas quatro unidades de certificação de reprodutores (GRSC) pode ser observado na tabela abaixo (Tabela 2).

**Tabela 2:** Número de Granja de Reprodutores Suídeos Certificada (GRSC)

<b>GRSC</b>	<b>Número de animais</b>
<b>Santa Clara Sítio III</b>	3971
<b>Celso Retore Sítio III</b>	2443
<b>Cesar Dall'oglio Sítio III</b>	825
<b>Alberto Rossi Sítio III</b>	2280
<b>Total de Animais</b>	9519

Fonte: Autora, baseado nos dados do mês de setembro 2013.

A empresa conta com oitenta integrados, são associados responsáveis pela etapa de crescimento e terminação dos suínos para abate, dentre os quais foram visitados trinta. O número de suínos varia de acordo com a propriedade, totalizando 89.926 animais. A Cooperativa fornece os animais, ração e assistência técnica como auxílio.

## **2.1. Manejo dos dejetos**

Como parte do tratamento dos dejetos suínos e para redução de emissão dos gases de efeito estufa (GEEs) a cooperativa Copercamos assinou contratos com entidades internacionais detentoras de tecnologia e credenciadas para implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no ano de 2004, conforme o protocolo de Kyoto de 1997. Este foi um tratado complementar à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, definindo metas de redução de emissões para os países desenvolvidos, responsáveis históricos pela mudança atual do clima (BRASIL, 2013). Foram instalados biodigestores em suas unidades produtoras de leitões, em algumas unidades de certificação e integrados interassados. A empresa internacional se responsabilizava pela instalação dos equipamentos e seu manejo em troca possuía o direito de comercialização dos créditos de carbono gerados.

Os biodigestores instalados nas unidades são do tipo canadense, dimensionados de acordo com o volume de carga diária dos animais. Conforme

Oliver et al. (2008) para o dimensionamento infere-se o volume da carga diária de dejetos, multiplicado pelo tempo de retenção hidráulica ( $VB = VC \times TRH$ ). O tempo de retenção hidráulica, no caso dos dejetos suínos, é de 35 dias.

Como pode ser observado na Figura 2 os biodigestores foram dimensionados e divididos de acordo com a necessidade do sistema de cada granja (UPL).

Granja Ibicuí					
Sítio	Biodigestor	Perímetro Superior(m)	Perímetro Inferior (m)	Profundidade (m)	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Sítio I	Biodigestor 1	54x20	43x12	3,5	2960
	Biodigestor 2	50x16	43x12	3,6	2070
Sítio II	Biodigestor 1	52x16	40x12	3,5	2165
Granja dos Pinheiros					
Sítio	Biodigestor	Perímetro Superior(m)	Perímetro Inferior (m)	Profundidade (m)	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Sítio I e II	Biodigestor 1	45,8x16	37x 3,5	4	1970
	Biodigestor 2	45,8x16	37x 7,5	4	1970
Granja Floresta					
Sítio	Biodigestor	Perímetro Superior(m)	Perímetro Inferior (m)	Profundidade (m)	Volume Total (m <sup>3</sup> )
Sítio I e II	Biodigestor 1	50x19	43x12	3,5	2565
	Biodigestor 2	50x19	43x12	3,5	2565
	Biodigestor 3	50x19	43x12	3,5	2565
	Biodigestor 4	50x19	43x12	3,5	2565

**Figura 2.** Dimensionamento e quantidade de biodigestores instalados nas UPL visitadas. Fonte: Cooperativa, adaptado pela autora.

O material que chega às unidades de biodigestão envolve desde o dejetos animal (urina e esterco), como também a água envolvida nas etapas de limpeza das instalações, água de vazamentos do sistema de bebedouros, pelos, além de possíveis materiais de manejo que por descuido caem nas valas.

As unidades 50 e 41 possuem valas separadas para água vinda dos bebedouros e dos dejetos nos galpões de gestação, como também ocorre coleta de água da chuva em sistemas externos de calhas. Esta água coletada separadamente volta para a unidade sendo destinada a lavagem das valas.

A limpeza das instalações ocorre de acordo com o protocolo padrão da Cooperativa para cada unidade, atendendo as necessidades locais quanto à



raspagem diária dos dejetos nos galpões, lavações no tempo estabelecido assim como o uso de produtos químicos para o processo de desinfecção.

O sistema de manejo do dejetos é conhecido como “*Flushing*” ( Figura 3), constituído de valas interligas localizadas abaixo das gaiolas de alojamento, que permite o controle do fluxo de dejetos. O dejetos chega ao sistema de tratamento por canaletas através da gravidade. Este sistema permite retenção dos dejetos na própria instalação e é liberado para o tratamento de acordo com a necessidade, normalmente quando a vala encontra-se cheia. Para eliminação total do dejetos na vala é liberado água junto ao sistema.

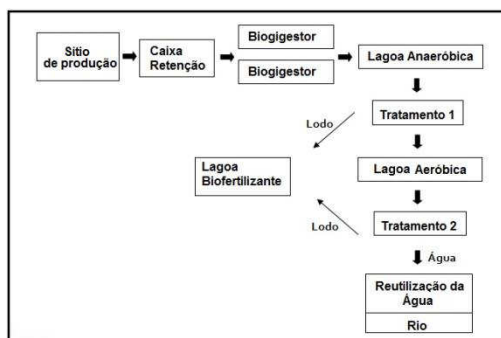


**Figura 3.** Sistema “*Flushing*” para o manejo do dejetos. Legenda: A) Valas posicionadas abaixo das gaiolas. B) Canos removíveis que controlam a saída do material. C) Válvulas para liberação da água reciclada usada para limpeza da vala. D) Água liberada após saída do resíduo animal.

O manejo do dejetos até as unidades de biodigestão é feito em conformidade com o nível da propriedade com o aproveitamento da força gravitacional, exceto na unidade 37, onde o biodigestor fica localizado em nível acima da unidade produtora e o dejetos necessita ser bombeado para o tratamento.

O sistema de tratamento do dejetos segue uma sequência como pode ser observado na Figura 4.





**Figura 4.** Sequência base do tratamento de dejetos suínos realizado nas UPLs. Fonte: Autora.

O dejetos vindo do sítio de produção cai em uma caixa de contenção e retenção de partículas (Figura 5a), como resto de ração e sedimentos da construção que seguem junto com a água de lavagem, o restante do volume segue para o biodigestor (Figura 5b).

A biomassa fica retida no compartimento por um período aproximado de 35 dias, tempo que permite a fermentação e digestão da matéria orgânica pelos microorganismos ali encontrados. O conteúdo digerido segue para uma lagoa anaeróbica onde é bombeado para estação de tratamento químico. O líquido vai para lagoa de aeração, seguindo para o segundo tratamento. Proveniente dos dois tratamentos o biofertilizante (lodo) gerado vai para uma lagoa a parte, onde fica armazenado para posterior uso em lavoura.



**Figura 5.** Destino do dejetos suínos. Legenda: A) Caixa de retenção de sedimentos do resíduo vindo do sítio de produção. B) Dejetos seguindo para os biodigestores após passagem por caixa de retenção. Fonte: Autora.

A conclusão do tratamento do dejetos ocorre com a parte química em uma Estação de Tratamento de Efluentes (Figura 6). Após passar pelo biodigestor o dejetos líquido segue para uma lagoa de armazenamento identificada como lagoa anaeróbica. Desta lagoa é bombeado para um sistema de floculação para isto é adicionado sulfato de alumínio, que promove a

decantação das partículas orgânicas, e também polímero catiônico. O material floculado é vai para um decantador, seguindo então para um adensador de lodo onde é prensado e a fase líquida destinada para a lagoa de aeração, onde recebe adição mecânica de oxigênio.

Depois da aeração, a fase líquida é remetida para um floculador secundário, onde o material passa por novo tratamento químico com sulfato de alumino e polímero catiônico, passado pelas etapas já citadas. A fase sólida deste segue juntamente com a fase sólida do primeiro tratamento. A fase líquida é transferida por gravidade para um filtro de carvão ativado e posterior cloração, sendo bombeada para reutilização na granja. Somente o efluente em excesso é liberado no corpo receptor.



**Figura 6.** Etapa do tratamento químico do dejetos suíno. Legenda: A) Lagoa anaeróbica. B) Sistema de floculação. C) Sistema de aeração. D) Água do efluente tratado sendo jogada no rio. Fonte: Autora.

A operação de lançamento de efluente tratado obedece aos padrões de lançamento conforme o decreto estadual 14.250/81 e atende aos limites padrões de lançamento descritos na Resolução CONAMA 375/06.

Apenas a unidade 37 e o sítio II da unidade 38 apresentam modificação no sistema de tratamento, não apresentando as etapas de tratamento químico. O biofertilizante que sai do biodigestor vai diretamente para a lagoa de biofertilizante, sendo então destinado ao uso nas lavouras.

As bactérias que digerem o resíduo orgânico produzem como subproduto o biogás, que apresenta diferentes usos conforme a unidade (Tabela 3).

**Tabela 3.** Uso do biogás nas Unidades Produtora de Leite.

<b>Granja</b>	<b>Sítio</b>	<b>Biogás</b>
<b>Granja Ibicuí</b>	Sítio I	Energia Elétrica e Queima
	Sítio II	Aquecimento; Energia Elétrica e Queima
<b>Granja dos Pinheiros</b>	Sítio I e II	Energia Elétrica; Aquecimento e Queima
<b>Granja Floresta</b>	Sítio I e II	Energia Elétrica; Aquecimento e Queima
<b>Granja de Erval Velho</b>	Sítio	Aquecimento e Queima

Fonte: Autora.

O biogás passa por sistema de filtros para reter possíveis partículas que possam causar danos aos equipamentos, passando posteriormente pelo sistema de compressores aumentando sua pressão para uso nos motores. Este procedimento é necessário devido à variação de pressão no gás produzido por este sistema de biodigestão (Oliveira et al. , 2004).

Quando destinado para produção de energia térmica é usado nas granjas para o aquecimento dos galpões de leitões na fase de creche, em substituição ao GLP. Caso as prioridades de produção de energia elétrica e térmica sejam atendidas e ainda exceda a produção de biogás, este então é queimado.

Atualmente as granjas destinadas à produção de energia elétrica funcionam com um conjunto independente da energia elétrica local, gerando energia elétrica dentro da propriedade com um sistema de distribuição interno isolado.

Cada granja possui seu grupo de motores geradores. A granja Ibicuí conta com três geradores de energia elétrica com potência de 120 KVA

(quilovolt ampere), dois deles são usados para o sítio I e o outro para a unidade de creche. Antes de entrar nos motores para combustão, o biogás passa por filtros para reter partículas que possam obstruir o motor; Granja dos Pinheiros com um gerador de energia elétrica com potência de 120KVA e a granja Floresta com um gerador de 300 KVA utilização no abastecimento de todo o maquinário e instalações presentes no sistema de tratamento dos efluentes.

Até o ano de 2011 era contabilizada a produção de m<sup>3</sup> de biogás produzidos para posterior venda de créditos no mercado de carbono, porém com o fim do contrato e com a queda nos preços dos créditos, a empresa multinacional encerrou suas atividades na cooperativa.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Identificar o potencial de produção e geração de energia elétrica, de dejetos de suínos da Cooperativa Regional Agropecuária de Campos Novos-Copercampos.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Desenvolver atividades diárias nas granjas e integrados da cooperativa, identificando os manejos de água, da limpeza das instalações, dos dejetos, dos biodigestores e da geração de energia elétrica.
- Verificar o volume de dejetos produzidos por porcas gestando e animais de 25 a 100 kg, *“in loco”*, para estabelecer o potencial de geração de energia elétrica;
- Avaliar e classificar as unidades produtoras visitadas quanto à tecnologia e manejo empregados no sistema.

## **4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

Com base no conhecimento da cooperativa, foi organizado o tempo de permanência e visitas em cada unidade de produção de suínos e setores dos relacionados.

### **4.1. Planejamento geral das atividades**

Foram realizadas reuniões com o orientador antes da ida a empresa para estabelecer um cronograma de atividades a serem discutidas com o supervisor. Ficou estabelecido que primeiro fosse organizado visitas para definir as atividades gerais na empresa visando contemplar os objetivos do estágio. Em paralelo a isto seria realizado uma revisão bibliográfica, além daquela já feita.

A partir da primeira visita estabeleceu-se o tempo de permanência em cada setor. Depois disso foi organizada a forma de coleta de dados, em planilhas e de dejetos, em conformidade com as características da empresa, suas instalações e manejo quanto a origem, uso e destino dos dejetos de suínos.

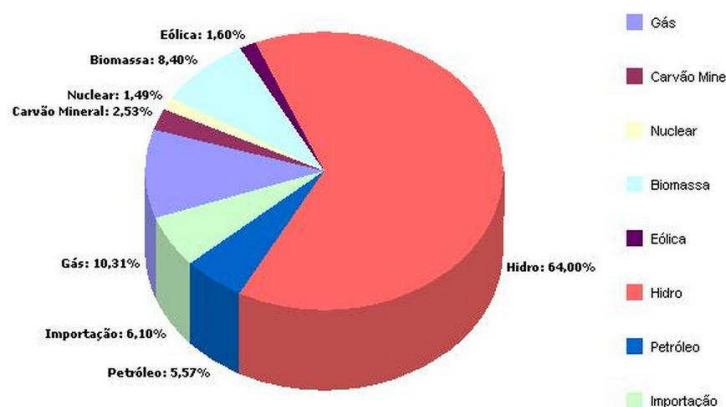
Nas três primeiras semanas de estágio desenvolveram-se atividades quanto ao manejo diário executado nas Unidades Produtoras de Leitão (UPL) 38, 50 e 41. O tempo respectivo em cada granja foi de uma semana. O período restante do estágio foi feito junto ao departamento técnico da suinocultura, com acompanhamento diário das unidades de crescimento e terminação de leitões dos integrados da cooperativa.

## 4.2. Revisão bibliográfica

A base energética mundial está em fontes não renováveis de energia, principalmente de petróleo e gás natural. O petróleo, como principal, possui uma longevidade nas suas reservas provadas que sustentará a demanda mundial por mais 40 anos. Até 2025 o consumo tende a ser crescente, com aumento de 1,5 a 1,9% ao ano. No Brasil a matriz passou de altamente dependente de lenha e carvão vegetal para altamente dependente do petróleo, a partir da década de 1940, quando se alavancou a industrialização do país (Ipea 2011).

Hoje a matriz energética brasileira conta com uma participação de mais de 42% em fonte renovável, apesar da queda de produção ocorrida no ano de 2012, principalmente fonte hídrica e etanol, o país ainda mantém sua produção acima da média mundial, que é de 13,2%. As fontes não renováveis como petróleo e derivados (39,2%), gás natural (11,5%), carvão mineral (5,4%) e urânio (1,5%) contabilizam ainda a maior base energética do país, totalizando 57,6% , BRASIL (2013).

No Brasil a maior parte da matriz energética é baseada em usinas hidrelétricas, de médio e grande porte, totalizando 64%, segundo Banco de Informação de Geração (BIG) da Aneel 2013, com o total de 1058 usinas e potencia total de 85.654.258 kW. Seguidos das fontes não renováveis, gás natural e petróleo, que somados apresentam um potencial de 21.253.880 kW ou 16% ( Figura 7) .



**Figura 7.** Fontes de energia que compoem a matriz elétrica brasileira. Fonte: Aneel, 2013.

A Biomassa aparece em quarto lugar como fonte de energia elétrica com potencial de produção de 11.254.482 kW ou 8,4%. Este valor é dividido em 5 fontes principais de biomassa: Bagaço de Cana, Licor Negro, Madeira, Biogás e Casca de Arroz, que podem ser observadas no Quadro 1.

**Quadro 1.** Características das Fontes de Biomassa no Brasil.

<b>Fontes de Biomassa</b>	<b>Potência total (kW)</b>	<b>Número de Usinas</b>	<b>%</b>
Bagaço de Cana	9.176.436	375	6,8
Licor Negro	1.530.182	16	1,14
Madeira	422.837	50	0,32
<b>Biogás</b>	<b>79.594</b>	<b>22</b>	<b>0,06</b>
Casca de Arroz	36.433	9	0,03
<b>Total</b>	<b>11.254.482</b>	<b>472</b>	<b>8,4</b>

Fonte: Aneel, Adaptado pela autora.

Podemos definir a matriz elétrica brasileira como um conjunto de fontes distintas que ofertam energia elétrica. Apesar de ser considerada uma fonte renovável, a energia elétrica de fonte hídrica, que predomina no país, é considerada de grande impacto ambiental e social.

O crescimento da demanda energética e a localização das fontes de geração, que ficam geralmente afastadas do centro de consumo aumentam os custos pela necessidade de longas linhas de transmissão. Uma das soluções é através de programas como o da Geração Distribuída.

Segundo o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE) a geração distribuída de energia elétrica propõe a descentralização de energia, esta passa a ser realizada junto ou próxima dos consumidores, independente da potência, tecnologia e fonte de energia. Esta forma de geração economiza investimentos em transmissões, reduz perdas nos sistemas de transporte de energia elétrica a longas distâncias, características que acabam melhorando a estabilidade do serviço de fornecimento de eletricidade.

A Geração Distribuída foi mencionada na lei nº 10.848/04 que dispõe da comercialização de energia elétrica proveniente de fontes alternativas. O Decreto nº 5.163 do mesmo ano detalha e fornece características para a compra dessa forma de energia, além de diminuir os riscos de planejamento desta para a concessionária.



Além de atenderem o programa de geração distribuída e por atenderem os setores ambientais e sociais, outras fontes renováveis de energia elétrica estão ganhando espaço ao longo dos anos, principalmente por serem uma solução para o tratamento e utilização de resíduos, entre essas a biomassa.

Biomassa, do ponto de vista energético, é todo recurso renovável vindo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser transformada em algum tipo de energia. A energia química da biomassa, que é uma forma indireta de energia solar, pode ser liberada diretamente por combustão, ou convertida através de algum processo em outras fontes energéticas como álcool e carvão vegetal. Por combustão, é possível obter a energia pelo uso de sistemas de biodegradação da biomassa no qual o gás resultante do processo é coletado e queimado. Esta queima pode tanto gerar energia térmica quanto elétrica (MME, 2013). Além das fontes citadas na Figura 10, estão os resíduos de dejetos de animais, cujo processamento envolve a fermentação anaeróbica, cujos gases resultantes devem ser coletados para a sua queima que, por sua vez, é facilitada quando é usado os biodigestores.

A tecnologia de digestão anaeróbica com o uso de biodigestores para estabilização de dejetos suínos já é conhecida a bastante tempo. Vários modelos têm sido desenvolvidos e adaptados no sentido de buscar um aumento da eficiência destes sistemas aliado a uma redução de custos (OLIVEIRA, 2004). Podemos destacar como vantagem da digestão anaeróbia o tratamento de efluentes, além redução de odores e a eliminação de microorganismos que podem causar doenças (patógenos). (DALMAZO, 2009).

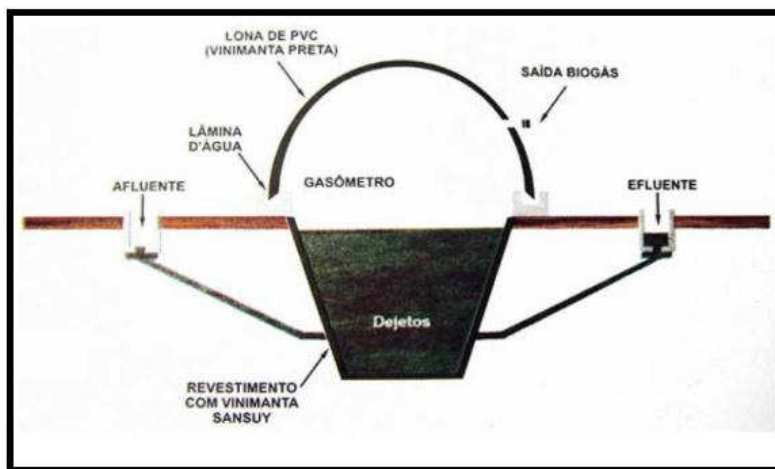
O biodigestor é um espaço revestido e vedado por material impermeável, com tubulação de entrada e saída de material onde será destinada a biomassa de interesse, no caso o dejetos animal, para posterior fermentação e consequente degradação da matéria orgânica ali existente. O objetivo é propiciar um ambiente anaeróbio (sem presença de oxigênio) para promover o crescimento dos microorganismos que estarão envolvidos no processo de digestão.

Vários são os modelos de biodigestores difundidos no mundo, mas obedecem a dois princípios de abastecimento, podendo ser de forma única (batelada) ou contínuo (intermitente). A primeira ocorre em intervalos de tempos, a nova carga entra somente quando o conteúdo em seu interior

passou pelo processo fermentativo e está pronto para retirada. Já a segunda maneira, como o próprio nome sugere, recebe carga diária e é normalmente destinado a lugares onde a carga é disponibilizada com regularidade, como é o caso de propriedades suinícolas, apresentando um tempo de retenção de 30 a 50 dias conforme as condições climáticas e da temperatura da biomassa (OLIVEIRA, 2004).

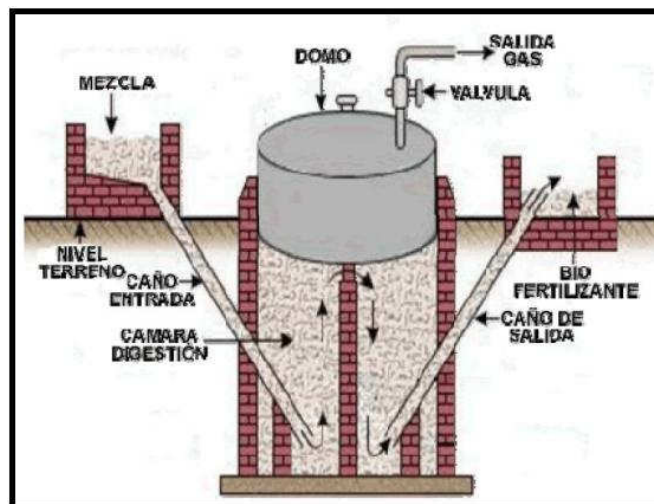
Os biodigestores de produção contínuos mais utilizados são o Canadense (Marinha), Indiano e Chinês. Podemos conferir algumas características aos modelos intermitentes de maior repercussão no País.

Biodigestor Canadense: Construído em horizontal, com largura maior que a profundidade, tendo uma área de exposição ao sol maior que consequentemente interfere positivamente na atividade metabólica das bactérias do meio, sua cúpula é maleável (lona tipo PVC), pode ficar tanto acima do solo como abaixo (Figura 8).



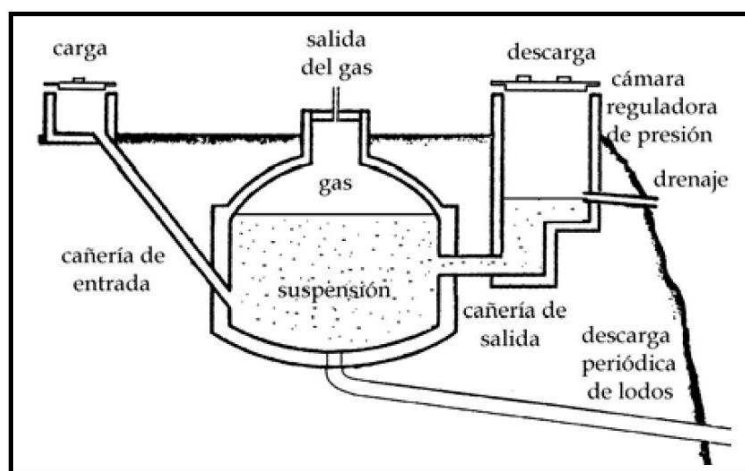
**Figura 8.** Modelo canadense de biodigestor. Fonte: Oliver et al. (2008).

Biodigestor Indiano: Implantado no subterrâneo, não sofrendo influências de variações de temperatura, com cúpula de metal ou fibra que expande ou contrai de acordo com a produção de gás ( Figura 9).



**Figura 9.** Modelo indiano de biodigestor. Fonte: Oliver et al. (2008).

Biodigestor Chinês: Desenvolvido para uso em pequenas propriedades, também subterrâneo, feito de alvenaria sendo sua principal vantagem o menor custo de investimento( Figura 10).



**Figura 10.** Modelo chinês de biodigestor. Fonte: Oliver et al. (2008).

O insucesso do programa de biodigestores na época decorreu da associação de inúmeros fatores, sendo o principal motivo a falta de conhecimento técnico de implantação e manutenção do sistema. No caso do modelo Indiano, que foi o mais difundido, o problema encontrou-se na campânula do biodigestor que era confeccionada em aço, material caro e que deveria ser trocado de tempos em tempos devido sua oxidação em contato

com os gases produzidos pelo processo. Já o modelo Chinês devido às características do solo e clima apresentou problemas na impermeabilização do sistema (PALHARES, 2008).

Quase trinta anos após o início da atividade os biodigestores ressurgem como uma alternativa às propriedades rurais para baratear os custos vindos do aumento na escala de produção, dos custos com energia elétrica e do aumento no volume de dejetos a serem tratados (KUNZ et al 2006). Nesse período foram obtidos avanços no conhecimento do processo de digestão anaeróbia, na tecnologia de construção e de operação de biodigestores, além da redução dos custos de investimento e de manutenção (OLIVEIRA, 2006), sendo o modelo Canadense disseminado como preferência.

A decomposição anaeróbica acontece com a associação de diferentes grupos de bactérias encontradas no interior do biodigestor. O processo é dividido em quatro fases, com a atuação de três grupos distintos de bactérias (Tabela 4).

**Tabela 4.** Etapas do processo de digestão anaeróbica.

<b>Grupo de bactérias</b>	<b>Fase</b>	<b>Processos</b>
Fermentativas	Hidrólise	Quebra do material orgânico complexo
	Acidigênese	Fermentação e oxidação
Acetonogênicas	Acetonogênese	Fermentação ácida e formação dos ácidos orgânicos
Metanogênicas	Metanogênese	Conversão dos ácidos orgânicos de cadeia curta em CH <sub>4</sub> e CO <sub>2</sub>

Fonte: Autora, adaptado de Oliveira 2006.

Inicialmente ocorre a hidrólise, onde as moléculas complexas como proteínas, carboidratos, lipídios são quebrados em açúcares e aminoácidos; Acidogênese confere a fase dois, com a fermentação dos açúcares e aminoácidos, e oxidação anaeróbica dos ácidos gordos; Acetonogênese a fase

três onde ocorre a transformação do material fermentado e oxidado em ácidos orgânicos simples (fórmico, acético; dióxido de carbono e hidrogênio) e outros ácidos orgânicos propiônico, butírico, isobutírico (SANTOS, 2001); Metanogênese, quarta e última fase que é a conversão dos ácidos orgânicos em metano e dióxido de carbono. Essas bactérias possuem algumas limitações quanto a sua velocidade de crescimento e a faixa ideal de temperatura de desenvolvimento.

Seu crescimento é considerado lento devido à pequena quantidade de energia produzida no processo de conversão anaeróbica e ainda, apenas parte desta energia é convertida em biomassa celular (OLIVEIRA, 2004). Além disso, outros fatores contribuem para inibição da atividade bacteriana no biodigestor como uso de antibióticos, desinfetantes e temperatura interna.

Conforme Caron (2009), no processo há diferentes intervalos de temperaturas que degradam a matéria orgânica, intervalos que favorecem a presença de determinados grupos de microorganismos. Estes intervalos são divididos em: psicrófila temperaturas inferiores a 20 °C; mesofílicas 20-45 °C e termofílicas temperaturas de 45- 60 °C.

Geralmente os biodigestores tipo Canadense operam em temperaturas mesofílicas, que segundo Oliveira (2004), é a temperatura de melhor biometanização.

A faixa de temperatura termofílica apresenta vantagem na fase inicial para a biodigestão de resíduos de celulose presente no dejetos animal, porém quando ocorre mudança brusca na temperatura dos biodigestores que operam nesta faixa, ocorre também a morte das bactérias metanogênicas (CARON, 2009). O que exige um sistema de controle extremo relacionado à temperatura e impermeabilização.

O uso de antibióticos durante as etapas de manejo da criação de suínos acabam afetando também o processo de biodigestão, visto que parte do antibiótico utilizado no combate de microorganismos patogênicos são bactericidas e parte desse medicamento é eliminado junto com o dejetos animal atuando nos microorganismos que habitam o ambiente anaeróbico.

Já os desinfetantes utilizados no manejo apresentam agentes ativos (substâncias químicas) que têm ação de eliminar os microorganismos. Cada agente ativo possui um espectro de atuação, sendo a maioria bactericida. Este

material quando chega aos biodigestores, vindos junto com a água da limpeza das instalações, acaba agindo também sobre as bactérias atuantes no meio, interferindo em seu processo metabólico e consequente produção de gás.

Dos diversos gases formados no processo destacam-se o metano e dióxido de carbono e, em menores quantidades, aparece o hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, ácido sulfúrico, amônia, monóxido de carbono e água (Tabela 5).

**Tabela 5.** Gases produtos da biodigestão.

Gases	%
Metano	50-75
Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub>	25-40
Hidrogênio	01-03
Nitrogênio	0,5-2,5
Outros	3

Fonte: Adaptado pela autora FERRARES, 2010 apud PINHEIROS, 1999.

Para atender níveis energéticos de eficiência, o biogás deve apresentar uma mistura de 65-70% de metano e 30 -45% de dióxido de carbono (OLIVEIRA, 2004).

Com potencial poluidor 21 vezes maior que o CO<sub>2</sub> o metano é um dos grandes vilões que contribuem para aumento do efeito estufa, a simples queima do biogás na produção de energia já é uma vantagem do sistema que diminui a emissões deste gás. As proporções de metano interferem no poder calorífico do biogás, bem como peso específico e outros parâmetros termodinâmicos (SANTOS, 2001), podendo variar de acordo com a composição química da biomassa.

Do processo de digestão anaeróbica surgem dois produtos de maior de interesse às propriedades, o biogás aproveitado como uma fonte de energia em substituição aos combustíveis de motores, substituição do gás liquefeito de petróleo (GLP) ou lenha para geração de energia térmica, geração de energia elétrica para o próprio funcionamento da propriedade, bem como o

biofertilizante que serve como fonte de N, P e K orgânico em substituição do adubo químico.

O biogás pode ser utilizado para queima e consequente produção de calor para aquecimento de atividades pecuárias como aviários, galpões de suínos em fase de creche, ou ainda para sistemas de secagem de grãos. Conforme Oliveira (2004) a maioria dos sistemas de aquecimento de aviários e granjas de suínos apresentam como fonte de calor fontes de energia não renováveis.

Seu uso em motores permite a produção de energia elétrica. Conforme Oliveira (2004) e citado por Kunz (2006), existem dois princípios para geração de energia elétrica com o uso de biogás. A primeira possui um conjunto independente da energia elétrica local, gerando energia elétrica dentro da propriedade com um sistema de distribuição interno isolado, denominado Conjunto Gerador de Eletricidade, com motor de combustão interna Ciclo Otto com adaptações para o uso de biogás, este é acoplado em um gerador de eletricidade. No segundo caso, a energia gerada é distribuída na propriedade e o excedente para a rede externa. Chamado de Conjunto Gerador Economizador de Eletricidade também possui motor Ciclo Otto com adaptações para o uso do biogás, porém é acoplado a um motor de dois ou quatro polos, assíncrono, gerando energia somente se estiver conectado a concessionária de energia, caso ocorra alguma interrupção o mesmo deixa de funcionar, evitando acidentes. Os sistemas isolados de geração de energia já são vistos pela Aneel como uma solução para a universalização do acesso à eletricidade.

A eficiência da conversão de biogás em energia elétrica apresenta algumas variações conforme a literatura. O menor valor encontrado foi de 1,3 a 6,5 kWh de energia para 1 m<sup>3</sup> de biogás, conforme podemos aferir na Tabela 6.

**Tabela 6.** Eficiência Energética de Biogás em Energia Elétrica.

<b>Energia</b>	Colatto (2011)	APS- (2013)	Nogueira (2005)	Santos (2000)
<b>kWh</b>	1,3	1,43	5,8	6,5

Fonte: Autora, adaptado de Colatto (2011), APS (2013), Nogueira (2005), Santos (2000) apud Catapan 2011.

A redução do volume, o tratamento do excesso e a utilização adequada dos dejetos suínos como fertilizante orgânico é um dos caminhos mais rápido, eficiente e econômico para a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, aumento da produção agrícola e controle da poluição ambiental (PERDOMO, 1999).

A quantidade e qualidade de dejetos produzidos varia de acordo com a idade, sexo, manejo da dieta e a genética do animal. Esta última, conseqüentemente, ligada com a capacidade de absorção dos nutrientes dispostos na sua dieta (Tabela 7). De qualquer forma, os dejetos produzidos suínos são importantes pelo elevado poder poluente e pela necessidade de estocagem.

**Tabela 7.** Produção média diária de esterco e esterco +urina por animal por fase.

<b>Categoria de Suínos</b>	<b>Esterco (kg)</b>	<b>Esterco + urina (kg)</b>
25-100kg	2,3	4,9
Porcas em Gestação	3,6	11
Porcas em Lactação	6,4	18
Machos	3,0	6,0
Leitão desmamado	0,35	0,95

Fonte: Oliveira,2004. Adaptado pela autora.

Além dos macronutrientes essenciais como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), os dejetos suínos contêm outros nutrientes que lhes são oferecidos para suplementação mineral, os chamados micronutrientes, dentre os quais estão o zinco, manganês, cobre, ferro, além de uma carga de microrganismos potencialmente patogênicos (GUSMÃO, 2008). Por este motivo sua aplicação em quantidades excessivas no solo, ou até mesmo sua eliminação direta em cursos d'água pode acarretar em desequilíbrios ecológicos e poluição ambiental em função da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, disseminação de patógenos, contaminação das águas potáveis com amônia, nitratos e outros elementos tóxicos (DIESEL, 2002).



Conforme Perdomo (1999), o resíduo líquido precisa passar por um processo de estabilização devido sua capacidade poluidora antes de ser reinserido no meio ambiente, sendo a fermentação anaeróbica um dos processos mais eficientes para isto. A fermentação anaeróbica acontece em meio ausente de oxigênio como permite o ambiente dos biodigestores. O resultado da fermentação é a produção de gás e de biofertilizante. Algumas ações são observadas com a aplicação do biofertilizante:

- Quando bem manejado com a fermentação completa do material, o pH fica em torno de 7-8, levemente alcalino, podendo ser usado como corretor de acidez (DOTTO, 2012) promovendo a liberação de nutrientes como fósforo;
- Apresentam nutrientes em forma facilmente absorvíveis pelas plantas, como é o caso do nitrogênio que encontra-se na forma mineralizada (OLIVEIRA, 2004);
- Funcionam como fonte suplementar de micronutrientes e de componentes não específicos e embora seus efeitos sobre as plantas não estejam totalmente estudados, estimulam, ao que tudo indica, a resistência das plantas ao ataque de pragas e agentes de doenças. Têm papel direto no controle de alguns fitoparasitas através de substâncias com ação fungicida, bactericida e/ou inseticida presentes em sua composição (RICCI, 2006);

É preciso estabelecer um plano de aplicação rigoroso e monitoramento contínuo. Em conformidade com Predomo (1999), uma das alternativas sugeridas, consiste em estabelecer a dosagem de acordo com as exigências das plantas. Conhecendo-se as exigências dos vegetais, a concentração de elementos e a taxa de mineralização dos dejetos.

#### **4.3. Atividades executadas na empresa.**

A permanência na Cooperativa Regional Agropecuária de Campos Novos (Copercampos) foi do dia 12 de agosto a 12 de outubro de 2013, totalizando um período de 360 horas. Para facilitar a execução das atividades optou-se por dividi-las em três setores: o de suinocultura, o de fábrica de ração e o de biofertilizante. No de suinocultura foi aplicado planilhas para coleta de dados. Ainda neste foi feito uma coleta de dejetos para estabelecer o volume diário de dejetos por animal/dia que será o referencial para o cálculo do potencial de geração de energia elétrica. Tanto na fábrica de rações quanto na de fertilizantes foram realizada apenas visitas, visando compreender a origem e as características dos nutrientes para a composição das rações e o beneficiamento dos dejetos oriundos da biodigestão. Para efeito de análise foi elaborado uma metodologia de pesquisa.

##### **4.3.1 Metodologia da pesquisa.**

Para coletar dados referentes aos objetivos do estágio, que é identificar o potencial de geração de energia elétrica de dejetos de suínos da cooperativa, foram elaboradas planilhas, adaptadas de Saradon e Flores (2009), que considera no espaço destinado as respostas, cinco possibilidades de estado de uma variável, que vão da pior para a melhor situação, como no Quadro 2 da planilha “ destino da água do bebedor” usada na unidade produtora de leitão (UPL). É uma adaptação da “Escala Likert” (ROCHA, 2011) que permite descobrir níveis de manejo ou de comportamento administrativo utilizando opções de resposta que variam de um extremo ao outro.

**Quadro 2.** Planilha, destino da água do bebedor.

Destino da água do bebedor

	1	2	3	4	5
G	Não tem vala	Mesma vala do dejetos+água da chuva	Mesma vala do dejetos	Vala separada e junta com água da chuva	Cai em vala separada
M	Não tem vala	Mesma vala do dejetos+água da chuva	Mesma vala do dejetos	Vala separada e junta com água da chuva	Cai em vala separada
C	Não tem vala	Mesma vala do dejetos+água da chuva	Mesma vala do dejetos	Vala separada e junta com água da chuva	Cai em vala separada
R	Não tem vala	Mesma vala do dejetos+água da chuva	Mesma vala do dejetos	Vala separada e junta com água da chuva	Cai em vala separada

Fonte: Autora. Legenda: Exemplo da variável manejo dos biodigestores considerando a sub variável “número de biodigestores” nas unidades produtoras de leitões (G, gestação; M, maternidade; C, creche; R, reposição).

Nesta planilha, há seis colunas e cinco linhas. Na coluna um expressa-se o local da coleta; na segunda linha, gestação (G); na terceira linha, maternidade (M); na quarta linha, creche (C); na quinta linha reposição (R). A opção expressa na coluna dois representa a pior situação (PÉSSIMO) de valor 1; na coluna três uma situação um pouco melhor que a anterior (RUIM) de valor 2; na coluna quatro uma situação média (MÉDIO) de valor 3; na quinta coluna uma situação boa (BOM) de valor 4; na sexta coluna uma situação desejável (EXCELENTE) de valor 5.

Em relação ao objetivo geral do estágio, foram considerados cinco agrupamentos de variáveis que são: 1) manejo da água (água), 2) limpeza das instalações (limpeza), 3) manejo de dejetos (dejetos), 4) manejo dos biodigestores (biodigestores), 5) potencial de energia elétrica (energia elétrica). Para cada agrupamento há um número específico de planilhas distribuído

assim: para as variáveis água e limpeza, foram organizados sete planilhas para cada uma delas; na variável dejetos, três; na variável biodigestores, seis; e na variável energia elétrica, três.

A variável “A) manejo da água”, é constituída por sete sub variáveis, que são: 1) armazenamento da água; 2) Destino água bebedor; 3) Coleta de água da chuva; 4) Destino água que sobra do consumo; 5) Destino água da chuva; 6) Destino água de limpeza; 7) Armazenamento água de limpeza.

A notação das planilhas das variáveis foi feita de acordo com a concepção da Escala Likert, assim para as sub variáveis foram elaborados um conjunto de situações (comportamento administrativo) que expressasse desde a pior situação até a mais adequada. Na sub variável 1, “armazenamento de água” foi identificado se haviam instalações específicas e adequadas quanto ao armazenamento de água potável; e a forma de registro da informação está exemplificado abaixo (Quadro 3), onde está em amarelo a situação encontrada. No caso de campo foi marcado um “X” na opção.

**Quadro 3.** Armazenamento de água.

Não tem local para armazenar	Falta local para armazenar	Local em péssimas condições de armazenagem	Local adequado em condições parciais de armazenagem	Armazena em local adequado
------------------------------	----------------------------	--	---	----------------------------

Fonte: Autora.

Na sub variável 2, “ destino água bebedor” observou-se para onde era destinada a sobra de água dos bebedouros, de acordo com o exemplo abaixo (Quadro 4), onde está em amarelo a situação encontrada. No caso de campo foi marcado um “X” na opção.

**Quadro 4.** Destino água bebedor.

Não tem vala	Mesma vala do dejetos+água da chuva	Mesma vala do dejetos	Vala separada e junta com água da chuva	Cai em vala separada
--------------	-------------------------------------	-----------------------	---	----------------------

Fonte: Autora.

Na sub variável 3, “ coleta de água da chuva” foi identificado se havia ou não coleta de água da chuva e qual era o destino dela, se coletada, de acordo

com o exemplo abaixo (Quadro 5), onde está em amarelo a situação encontrada. No caso de campo foi marcado um “X” na opção.

**Quadro 5.** Coleta de água da chuva.

Não Coleta	Esterqueira	Biodigestor	Lagoa	Reciclagem
------------	-------------	-------------	-------	------------

Fonte: Autora.

Na subvariável 4, “destino água que sobra do consumo” foi observado para onde as sobras de água de consumo é destinada, de acordo com o exemplo abaixo (Quadro 6), onde está em amarelo a situação encontrada. No caso de campo foi marcado um “X” na opção.

**Quadro 6.** Destino água que sobra do consumo.

6	1	2 e 1	2-1-3-5	2-1-3-4
---	---	-------	---------	---------

Legenda: 1- Lagoa; 2- Biodigestor; 3- Tratamento químico; 4- Volta para o estabelecimento reciclada; 5- Rio; 6- Não coleta. Fonte: Autora.

Na sub variável 5, “ destino água da chuva” foi observado a sequência da destinação da água da chuva, de acordo com o exemplo abaixo (Quadro 7) onde está em amarelo a situação encontrada. No caso de campo foi marcado um “X” na opção.

**Quadro 7.** Destino água da chuva.

6	1	2-1	2-1-3-5	2-1-3-4
---	---	-----	---------	---------

Legenda: 1- Lagoa; 2- Biodigestor; 3- Tratamento químico; 4- Volta para o estabelecimento reciclada; 5- Rio; 6- Não coleta. Fonte: Autora.

Na sub variável 6, “ destino água de limpeza” foi observado a sequência da destinação da água de limpeza, de acordo com o exemplo abaixo (Quadro 8), onde está em amarelo a situação encontrada. No caso de campo foi marcado um “X” na opção.

**Quadro 8.** Destino água de limpeza.

6	1	1 e 2	1-2-3-5	1-2-3-4
---	---	-------	---------	---------

Legenda: 1- Biodigestor; 2- Lagoa; 3- Tratamento químico; 4- Volta para o estabelecimento; 5- Rio; 6- não coleta. Fonte: Autora.

Na sub variável 7, “ armazenamento água de limpeza” foi identificado se haviam instalações específicas e adequadas ao armazenamento de água de limpeza e a forma de registro da informação de acordo com o exemplo abaixo (Quadro 9), onde está em amarelo a situação encontrada. No caso de campo foi marcado um “X” na opção.

**Quadro 9.** Armazenamento água de limpeza.

Não tem local para armazenar	Falta local para armazenar	Local em péssimas condições de armazenagem	Local adequado em condições parciais de armazenagem	Armazena em local adequado
------------------------------	----------------------------	--	---	----------------------------

Fonte: Autora.

Para as demais variáveis, “limpeza”, “ dejetos”, “biodigestores” e “ energia elétrica” foram organizadas planilhas da mesma forma que a de “água”. O número de subvariáveis para cada uma delas foi organizado em conformidade com a situação a ser analisada. As planilhas estão em anexo.

As planilhas foram aplicadas nas quatro granjas (unidades produtoras de leitão) e em cada uma delas há os setores de gestação(G), maternidade(M), creche(C) e reposição(R), que se constituem em um conjunto linhas de resposta obrigatória para cada granja. Em cada linha há cinco alternativas para resposta, que vão da pior para melhor situação. Assim, por exemplo, o agrupamento geral das Unidades Produtoras de Leitões “água” que é constituído de sete planilhas, e em que cada uma delas há quatro conjuntos expressos em linhas (G, M, C e R), sendo que em cada uma dessas linhas há cinco colunas como alternativas de resposta, com valores atribuídos de um (primeira à esquerda) a cinco ( última à direita) é possível dizer que o valor máximo a ser atribuído ao resultado do agrupamento água, se em cada linha, que for marcado, na opção bem da direita, é quinhentos e sessenta { 4 locais x 7, planilhas x 4, granjas x 5 (o valor da coluna bem da direita) = 560 }.

Considerando que as cinco colunas como opções de resposta são iguais em cada linha, e o número total de linhas é sempre o mesmo, cada coluna tem um valor máximo de acordo com o número da coluna. Portanto os valores máximos de cada coluna são: (1) é 112, (2) é 224, (3) 336, (4) 448 e (5) é 560. Assim, para o exemplo do agrupamento água (7 planilhas) as respostas obtidas poderão estar incluídas dentro dos seguintes intervalos: 1) até 112; 2) 113 a 224; 3) 225 a 336; 4) 337 a 448 e 5) 449 a 560. O somatório obtido neste agrupamento, a partir das respostas assinaladas, indicará a característica geral do agrupamento, conforme o explicado anteriormente, de péssimo a excelente.

O agrupamento “limpeza” também tem sete planilhas, portanto os intervalos são os mesmos do agrupamento “água”. O agrupamento “biodigestor” por ter seis planilhas apresenta os seguintes intervalos: 1) até 96; 2) 97 a 192; 3) 193 a 288; 4) 289 a 384 e 5) 385 a 480. Os agrupamentos “dejetos e energia elétrica” tem três planilhas cada um, deste modo apresentam os seguintes intervalos: 1) até 48; 2) 49 a 96; 3) 97 a 144; 4) 145 a 192 e 5) 193 a 240.

Os critérios de análise das planilhas, em cada UPL (cujos setores de gestação(G), maternidade(M), creche(C) e reposição(R), se constituem em um conjunto quatro linhas de resposta obrigatória) considera para efeito de cálculo este conjunto de linhas acima e as há cinco alternativas para resposta, que vão da pior para melhor situação, que existe em cada linha. Assim a UPL, para efeito de cálculo considera o seguinte ( $UPL, 4 \times 5 = 20$ ) e apresenta os seguintes intervalos: 1) até 4; 2) 5 a 8; 3) 9 a 12; 4) 13 a 16; 5) 17 a 20.

Para coleta de dados das UTL foi constituída uma planilha com trinta linhas, na qual, cada linha representa cada um dos integrados visitados dos oitenta existentes. Assim como nas planilhas anteriores em cada linha há cinco alternativas para resposta, que vão da pior para melhor situação, que existe em cada linha. Para efeito de cálculo neste agrupamento considerou-se os cinco itens que são: 1) do manejo da água, 2) da limpeza das instalações, 3) do manejo de dejetos, 4) dos biodigestores, 5) da energia elétrica. Portanto os intervalos do item “água” foram obtidos pelo seguinte cálculo: número de integrados (30) x número de planilhas (7) x número de alternativas de resposta (5) que resulta em 1.050, distribuídos da seguinte forma: 1) até 210; 2) 211 a

420; 3) 421 a 630; 4) 631 a 840 e 5) 841 a 1050. O mesmo critério se aplica ao item limpeza.

No item “biodigestor” os intervalos foram obtidos pelo seguinte cálculo: número de integrados (30) x número de planilhas (6) x número de alternativas de resposta (5) que resulta em 900, distribuídos da seguinte forma: 1) até 180; 2) 181 a 360; 3) 361 a 540; 4) 541 a 720 e 5) 721 a 900. Para o item “dejetos e energia elétrica” seguiu-se o seguinte cálculo para cada intervalo: número de integrados (30) x número de planilhas (3) x número de alternativas de resposta (5) que resulta em 450, distribuídos da seguinte forma: 1) até 90; 2) 91 a 180; 3) 181 a 270; 4) 271 a 360 e 5) 361 a 450.

Assim, elaboradas as planilhas, foram realizadas visitas às unidades de produção e assinaladas nelas, a situação observada em cada uma das variáveis. Para a tabulação dos resultados, a posição na qual a variável tinha sido marcada na planilha, indicava um valor (de 1 a 5). O somatório desses valores em cada planilha resultou em um número. Este número permitiu verificar em qual intervalo, a planilha ou o conjunto delas, para uma mesma situação, estava incluído. Desta forma, foi possível estabelecer, quanto a uma determinada variável, como a granja estava categorizada. Se em péssimo, ruim, médio, bom ou excelente.

Considerando que as granjas e unidades de integrados, foram analisados sob as mesmas variáveis, “água”, “limpeza”, “dejetos”, “biodigestor” e “energia elétrica” e em cada uma delas, em suas sub variáveis, desta forma foi possível identificar pelo número resultante do somatório, em qual situação, de cada sub variável, a granja estaria. Por exemplo, ao verificar o resultado do somatório da sub variável “destino da água da chuva”, da variável “água”, em cada granja, ela deverá ser incluída ou em “péssimo”, ou em “ruim”, ou em “médio”, ou em “bom” e ou em “excelente”.

#### **4.3.2 Coleta de dejetos**

Devido ao fato do volume de dejetos variar de acordo com a fase de crescimento, genética e da capacidade de absorção dos nutrientes dispostos na dieta (Oliveira, 2004), foi proposta uma coleta deste material a fim de verificação destes valores com os existentes da Embrapa, para as respectivas



categorias: 1) Animais de 25-100 kg, 2) Porcas em gestação, 3) Porcas em lactação, 4) Machos, 5) Leitão desmamado.

A granja disponível para realização do procedimento foi a de Erval Velho. Por não ser um sistema de produção para fins experimentais foram feitas adaptações de coleta de dejetos nas instalações e também das categorias possíveis para isto, realizando-se nas gaiolas individuais das fêmeas em gestação.

Para coleta foi utilizado lona na parte inferior da gaiola a fim de conter e isolar o dejetos dos animais de interesse e, para posterior pesagem, foi utilizada balança tipo agropecuária LD2000P.

As coletas de dejetos feitas foram de quatro fêmeas gestando, duas porcas e duas leitoas. O sistema de coleta foi instalado nas extremidades da linha de produção que permitiram melhores condições para manejo da atividade. Após a escolha do local, procedeu-se a limpeza das valas (sistema flushing+ lavação), seguindo para o isolamento da área da vala do respectivo ao animal selecionado com o auxílio de uma lona. O volume foi coletado por um período de 48 horas, seguindo para pesagem ( Figura 11). O procedimento foi realizado por três vezes, sendo resultado final a média aritmética das coletas.



**Figura 11.** Coleta de dejetos realizados na granja Erval Velho categoria Fêmea gestando. Legenda: A) sistema de coleta com lona. B) Retenção do dejetos na lona. Fonte: Autora.

Foi também coletado dejetos de dois animais de 25-100 kg em unidade de terminação. Estes foram isolados dos demais em uma gaiola com sistema de piso elevado que possibilitou a retenção do dejetos ( Figura 12). O volume foi

coletado por um período de 48 horas, seguindo para pesagem. O procedimento foi realizado por três vezes, sendo resultado final a média aritmética das coletas.



**Figura 12.** Coleta de dejetos de animal da categoria 25-100kg em unidade de terminação. Fonte: Autora.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Aplicação das planilhas nas granjas

Quanto ao manejo das águas considerando as quatro granjas e as sub variáveis, os dados coletados estão sumarizados no Quadro 10.

**Quadro 10.** Manejo de água nas quatro granjas considerando as sub variáveis.

Água	PÉSSIMO	RUIM	MÉDIO	BOM	EXCELENTE
1					I, P F, E
2		I	P, E, F		
3	I, E			F	P
4			E	I	P, F
5	I, E	F			P
6			E		I,P,F
7	E	I			P, F

Legenda: Granjas: E- Erval Velho; F- Floresta; I- Ibicuí; P- Pinheiros. Variáveis: 1) armazenamento da água; 2) Destino água bebedor; 3) Coleta de água da chuva; 4) Destino água que sobra do consumo; 5) Destino água da chuva; 6) Destino água de limpeza; 7) Armazenamento água de limpeza. Fonte: Autora.

Pela análise dos dados percebe-se que quanto ao manejo de águas de um modo geral as granjas apresentam um resultado de médio a excelente ( 20/ 28= 71,5%) e péssimo e ruim (8/ 28= 28,5%). Contudo as granjas Ibicuí, Erval e Floresta apresentam um péssimo a ruim manejo de água da chuva quanto a coleta e destino (3 e 5) que pode estar indo para o biodigestor contribuindo para um baixo rendimento de biodigestão. Além disso, esta água poderia estar sendo coletada, armazenada e reutilizada no sistema de lavação primária das instalações, como é feito na granja Pinheiros. Seria adequado investigar a influência de fato desta observação, uma vez que a granja Ibicuí, por exemplo, apresenta excelentes condições de produção de gás conforme pode ser visto na planilha de energia.

Quanto ao manejo da limpeza das instalações considerando as quatro granjas e as sub variáveis, os dados coletados estão sumarizados no Quadro 11.

**Quadro 11.** Manejo da limpeza das instalações nas quatro granjas considerando as sub variáveis.

Limpeza	PÉSSIMO	RUIM	MÉDIO	BOM	EXCELENTE
1	E	I		P	F
2	F, E	I, P			
3	F, E	I, P			
4					I, P, F, E
5					I, P, F, E
6					I, P, F, E
7			I, P, F, E		

Legenda: Granjas: E- Erval Velho; F- Floresta; I- Ibicuí; P- Pinheiros. Variáveis: 1) Limpeza da vala; 2) Limpeza do corredor; 3) Limpeza da instalação (baías, equipamentos); 4) Limpeza instalação rodo/vassoura; 5) Limpeza instalação água fria com pressão; 6) Limpeza instalação água quente com pressão; 7) Produtos utilizados na limpeza. Fonte: Autora.

Analisando os dados têm-se, de um modo geral, no manejo da limpeza das instalações um resultado de médio a excelente ( 18/ 28= 64,2%) e de péssimo a ruim (10/28= 35,7%). O principal ponto a ser observado nas quatro granjas é quanto o uso da água na limpeza dos corredores e das instalações (2 e 3 respectivamente), onde no atual modelo é usado água limpa (potável), mesmo que nas granjas Floresta, Pinheiros e Ibicuí possuam água de reciclagem ( água que passou por tratamento químico após saída do biodigestor) nas suas unidades. O uso desta água reciclada para limpeza prévia das instalações é possível, visto que, há uma quantidade suficiente de água reciclada que é armazenada e quando não utilizada segue para o rio devido ao grande volume produzido e pouca capacidade de estocagem e uso no meio, bastaria uma adequação no sistema de encanamento destas

unidades ( pois a água já é utilizada na limpeza de vala) e conscientização dos funcionários em utilizar desta água para limpeza do sistema. Essa adequação permitiria uma melhor gestão do sistema além da economia de água potável.

Em todas as unidades são utilizados produtos específicos para o processo de desinfecção das instalações, como detergentes e desinfetantes. Estes possuem agentes ativos com a finalidade de eliminar microorganismos, dentre eles, as bactérias. Como essa água de limpeza tem como destino a vala de dejetos e a conseqüentemente os biodigestores, leva consigo estes resíduos tóxicos dos produtos químicos que acabam agindo também sobre as bactérias do meio anaeróbico, interferindo negativamente na população do meio e conseqüente produção de gás.

Quanto ao manejo de água considerando as quatro granjas e as sub variáveis, os dados coletados estão sumarizados no Quadro 12.

**Quadro 12.** Manejo dos dejetos nas instalações nas quatro granjas considerando as sub variáveis.

<b>Dejeto</b>	<b>PÉSSIMO</b>	<b>RUIM</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>BOM</b>	<b>EXCELENTE</b>
<b>1</b>		I, F, E	P		
<b>2</b>			E	F	I, P
<b>3</b>				P, E	I,F

Legenda: Granjas: E- Erval Velho; F- Floresta; I- Ibicuí; P- Pinheiros. Variáveis: 1) Origem do dejetos; 2) Destino do dejetos; 3) Volume de dejetos no biodigestor. Fonte: Autora.

Os dados analisados ficaram de um modo geral de médio a excelente ( $9/12= 75\%$ ) e de péssimo a ruim ( $3/12= 25\%$ ). A origem dos dejetos nas unidades envolvem desde os dejetos em si (esterco + urina) como também restos de ração, pelos, águas do sistema, tanto do desperdício de água dos bebedouros como da limpeza das instalações, além de materiais de manejo que por descuido caem nas valas. Todo esse conteúdo acaba indo para os biodigestores e interferindo no processo de biodigestão, tanto pelo volume de água que é destinado ao sistema, como a característica do material que chega para ser digerido.

O ponto que pode ser melhorado então é quanto à origem dos dejetos (1) nas granjas Ibicuí, Floresta e Erval Velho, que apresenta a situação exposta acima, porém diferente do manejo adotado na granja Pinheiros, que por ser a última construída, apresenta um sistema de coleta de água do bebedouro em valas separadas nos galpões de gestação, impedindo que esta água e resíduos de ração sejam somados ao conteúdo do biodigestor. Este manejo promove melhor homogeneidade do conteúdo do material que chega aos biodigestores além de uma redução no volume de água que entra no sistema, o que permite um melhor desempenho microbiológico.

O sistema de valas de condução dos dejetos é feito com diferença de nível. Este sistema não aproveita as características físico-químicas dos dejetos suínos que apresentam na sua composição grande quantidade de gordura. Essa gordura por ser mais densa, devido à pressão da gravidade, acaba acumulando no fundo da vala e a parte sólida fica por cima. Desta forma os resíduos sólidos, não graxos, ficam boiando por sobre a parte gordurosa. Na hipótese dessas calhas estarem niveladas, após elas estarem cheias, bastaria que tivessem uma comporta na parte final, que ao ser aberta, naturalmente permitiria que caíssem todos os dejetos numa calha imediatamente mais baixa que a anterior e assim, num sistema de calhas sucessivas em níveis mais baixos, todo o material seria remetido a uma caixa de contenção dos dejetos (esterqueiras). Devido ao fato das calhas de condução dos dejetos, serem construídas em desníveis, a parte graxa dos dejetos, pela ação da gravidade, vai para o nível inferior dos dejetos e naturalmente segue pela calha, deixando a parte sólida grudada no fundo da calha. A remoção desta parte sólida é feita com a ação de raspagem do fundo da calha e uso de água, aumentando o volume de água utilizado para lavagem do sistema bem como horas de trabalho dos funcionários que poderiam estar executando outras tarefas.

Caso o sistema de valas fosse diferente, no caso em nível, estas práticas seriam evitadas uma vez que este sistema está em conformidade com a característica do dejetos, pois a gordura do mesmo seria depositada uniformemente no nível da vala e quando o sistema “flushing” fosse aberto todo material acima sairia do sistema sem acumular na estrutura, evitando deste modo o uso demasiado de água para a limpeza do local e consequentemente menor volume de água que chegaria aos biodigestores.

Quanto ao manejo dos biodigestores considerando as quatro granjas e as sub variáveis, os dados coletados estão sumarizados no Quadro 13.

**Quadro 13.** Manejo dos biodigestores nas quatro granjas considerando as sub variáveis.

Biodigestor	PÉSSIMO	RUIM	MÉDIO	BOM	EXCELENTE
1					I, P, F, E
2		P, E	I, F		
3				P, F, E	I
4		P, E		F	I
5		I, P, F, E			
6		E	P, F	I	

Legenda: Granjas: E- Erval Velho; F- Floresta; I- Ibicuí; P- Pinheiros. Variáveis: 1) Caixa de contenção antes de chegar no Biodigestor; 2) Número de biodigestores; 3) Finalidade do gás produzido no biodigestor 1; 4) Finalidade do gás produzido no biodigestor 2; 5) Quanto ao cumprimento da finalidade térmica ; 6 Quanto ao cumprimento da finalidade elétrica.Fonte: Autora.

Na análise dos dados percebe-se que quanto ao manejo dos biodigestores, de modo geral, as granjas apresentam um resultado de médio a excelente (  $15/24= 62,5\%$ ) e péssimo e ruim ( $9/24= 37,5\%$ ).

Apesar de todas as granjas apresentarem biodigestores como parte do tratamento dos dejetos, e possuírem um potencial de geração de energia térmica além elétrica (como será visto na planilha de potencial de energia elétrica), os sistemas apresentam-se insuficientes quanto estas finalidades. Pois não produzem quantidade de gás satisfatória de acordo com o potencial teórico calculado. Isto possivelmente acontece devido ao manejo inadequado do sistema que envolve desde o grande volume de água utilizado até o uso indiscriminado de detergentes e desinfetantes, incluindo –se as características físico-químicas dos dejetos. Além desses, a temperatura do dejetos (efluente) que entra, junto com o que está dentro do biodigestor (que é mais alta devido ao processo de biodigestão), pode ocasionar uma perda térmica que influencia

na atividade bacteriológica. Todos estes fatores acabam interferindo diretamente na população bacteriana e consequente produção de biogás.

A insuficiência da produção de biogás para aquecimento dos leitões (variável 5), que é priorizado em todas as unidades acarreta em um custo adicional mensal na compra de GLP para o suprimento do sistema, principalmente nos meses mais frios onde a demanda por aquecimento é maior.

Quanto à energia elétrica nas quatro granjas e as sub variáveis, os dados coletados estão sumarizados no Quadro 14.

**Quadro 14.** Geração de energia elétrica nas quatro granjas considerando as variáveis.

<b>Energia elétrica</b>	<b>PÉSSIMO</b>	<b>RUIM</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>BOM</b>	<b>EXCELENTE</b>
<b>1</b>		E		P, F	I
<b>2</b>	E	P, F		I	
<b>3</b>					I, P, F, E

Legenda: Granjas: E- Erval Velho; F- Floresta; I- Ibicuí; P- Pinheiros. Variáveis: 1) Equipamentos para geração de energia elétrica; 2) Distribuição de energia elétrica; 3) Potencial de geração de energia elétrica. Fonte: Autora.

Com base nos dados analisados, de um modo geral expressam-se de médio a excelente (  $8/12 = 66,7\%$  ) e de péssimo a ruim (  $4/12 = 33,3\%$  ). Destaca-se a distribuição de energia elétrica (2) que só apresenta uma condição desejável atualmente na granja Ibicuí. Nas granjas Floresta e Pinheiros devido a problemas nos biodigestores e no manejo dos equipamentos, respectivamente, não era gerada energia elétrica no período de estágio. Já na granja de Erval Velho não há um sistema de geração de energia elétrica. Ainda que apresente este potencial, não possuindo equipamentos (2) para tal finalidade, sendo o gás produzido destinado somente para o aquecimento dos leitões em creche.

O uso de equipamentos adequados para cada dimensionamento das unidades bem como uma produção suficiente e constante de biogás são



fatores essenciais para autosuficiência energética das instalações podendo desta forma atender o sistema interno como também a possibilidade de venda do excedente de energia elétrica.

## 5.2 Aplicação das planilhas nos integrados

Quanto ao manejo de águas considerando os trinta integrados e as sub variáveis, os dados coletados estão sumarizados no Quadro 15.

**Quadro 15.** Manejo de água nos trinta integrados considerando as sub variáveis.

Água	PÉSSIMO	RUIM	MÉDIO	BOM	EXCELENTE
1					todos
2		os outros	17		
3	todos				
4	todos				
5	os outros	17	4, 13 e 18		
6		os outros	4, 13, 17 e 18		
7	todos				

Legenda: Integrados: Os números de 1 a 30. Variáveis: 1) armazenamento da água; 2) Destino água bebedor; 3) Coleta de água da chuva; 4) Destino água que sobra do consumo; 5) Destino água da chuva; 6) Destino água de limpeza; 7) Armazenamento água de limpeza. Fonte: Autora.

Pela análise dos dados percebe-se que quanto ao manejo de águas de um modo geral os integrados apresentam um resultado de péssimo a ruim ( $172/210 = 82\%$ ) e médio a excelente ( $38/210 = 18\%$ ). Contudo considerando que somente quatro integrados dos trinta possuem biodigestores, neste momento, a influência do manejo das águas não pode ser considerado na biodigestão. Entretanto se todos tivessem biodigestores a influência seria

negativa o que permite dizer que para atender a um potencial de geração de energia elétrica seria adequado estabelecer um bom manejo das águas.

Nenhum dos integrados apresenta sistema de coleta e armazenamento de água de chuva o que acarreta em um volume maior de água no sistema de armazenamento e/ou tratamento de dejetos. Esta água poderia ser utilizada no sistema de lavação das instalações o que contribuiria com a economia de água do sistema.

Quanto ao manejo da limpeza das instalações considerando os trinta integrados e as sub variáveis, os dados coletados estão sumarizados Quadro 16.

**Quadro 16.** Manejo da limpeza das instalações nos trinta integrados.

<b>Limpeza</b>	<b>PÉSSIMO</b>	<b>RUIM</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>BOM</b>	<b>EXCELENTE</b>
<b>1</b>	2, 6, 24, 28	os outros			
<b>2</b>	2, 6, 24, 28	os outros			
<b>3</b>	2, 6, 24, 29	os outros			
<b>4</b>					todos
<b>5</b>				todos	
<b>6</b>					todos
<b>7</b>			todos		

Legenda: Integrados: Os números de 1 a 30. Variáveis: 1) Limpeza da vala; 2 Limpeza do corredor; 3) Limpeza da instalação (bacias, equipamentos); 4) Limpeza instalação rodo/vassoura; 5 Limpeza instalação água fria com pressão; 6) Limpeza instalação água quente com pressão; 7) Produtos utilizados na limpeza. Fonte: Autora.

Na análise dos dados é possível aferir que quanto ao manejo da limpeza das instalações, de um modo geral, os integrados apresentam um resultado de médio a excelente ( $120/210 = 57\%$ ) e péssimo a ruim ( $90/210 = 43\%$ ). A forma de limpeza da vala (1), limpeza do corredor (2) e limpeza da instalação (3), são pontos a ser melhorados, apesar de somente quatro integrados possuírem biodigestor, o destino final da água utilizada neste manejo vai para as

esterqueiras aumentando a diluição final do dejetos a ser aplicado na lavoura e consequentemente reduzindo a concentração de nutriente (N, P e K, principalmente) por m<sup>3</sup> de dejetos. Além disso, assim como nas UPLs, a água da limpeza das instalações junto com os resíduos dos detergentes e desinfetantes, que são bactericidas, somam-se aos dejetos e consequentemente aos biodigestores ou esterqueiras, interferindo na atividade bacteriana de decomposição do material orgânico ali presente. Para melhor funcionamento do sistema as águas de limpeza e de chuva deveriam seguir para um local de armazenamento que não passasse pelos sistemas de armazenamento e tratamento dos dejetos.

Quanto ao manejo dos dejetos considerando os trinta integrados e as sub variáveis, os dados coletados estão sumarizados no Quadro 17.

**Quadro 17.** Manejo dos dejetos nos trinta integrados considerando as variáveis.

<b>Dejeto</b>	<b>PÉSSIMO</b>	<b>RUIM</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>BOM</b>	<b>EXCELENTE</b>
<b>1</b>	todos				
<b>2</b>		os outros	4, 13, 17, 18		
<b>3</b>	os outros				4, 13, 17, 18

Legenda: Integrados: Os números de 1 a 30. Variáveis: 1) Origem do dejetos; 2) Destino do dejetos; 3) Volume de dejetos no biodigestor. Fonte: Autora.

Analisando os dados quanto ao manejo dos dejetos, de um modo geral, os integrados apresentam um resultado de péssimo a ruim ( $86/90 = 91,1\%$ ) e médio a excelente ( $8/90 = 8,9\%$ ). Todos integrados, inclusive os que possuem biodigestor, apresentam um péssimo manejo quanto à origem do dejetos (1), ou seja, tudo que cai na vala de dejetos acaba indo para o processo de biodigestão ou esterqueiras interferindo no processo de biodigestão. Já no destino do dejetos e volume de dejetos no biodigestor (2 e 3, respectivamente) apenas quatro proprietários mantêm o sistema de biodigestores como etapa do tratamento, os outros que possuíam o sistema desativaram devido à falta de auxílio e compreensão do manejo a ser realizado, apesar de possuírem

potencial gerar e atender a demanda interna de energia elétrica na propriedade.

Quanto ao manejo dos biodigestores considerando os trinta integrados e as sub variáveis, os dados coletados estão sumarizados no Quadro 18.

**Quadro 18.** Manejo dos biodigestores nos trinta integrados.

<b>Biodigestor</b>	<b>PÉSSIMO</b>	<b>RUIM</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>BOM</b>	<b>EXCELENTE</b>
<b>1</b>	os outros	4, 13, 17, 18			
<b>2</b>	os outros		13	4, 17, 18	
<b>3</b>	os outros	13, 17, 18	4		
<b>4</b>	todos				
<b>5</b>	todos				
<b>6</b>	todos				

Legenda: Integrados: Os números de 1 a 30. Variáveis: 1) Caixa de contenção antes de chegar no Biodigestor; 2) Número de biodigestores; 3) Finalidade do gás produzido no biodigestor 1; 4) Finalidade do gás produzido no biodigestor 2; 5) Quanto ao cumprimento da finalidade térmica ; 6 Quanto ao cumprimento da finalidade elétrica.Fonte: Autora.

Na análise dos dados o comportamento geral quanto ao manejo de biodigestor apresentam um resultado de péssimo a ruim ( $175/180 = 97,2\%$ ) e médio a excelente ( $5/180 = 2,8\%$ ). Somente um dos integrados apresenta outra finalidade (3) que não seja a simples queima do biogás, este utiliza como combustível para um motor adaptado o bombeamento do dejetos. Nos demais parâmetros a maioria se enquadra em péssimo a ruim quanto as variáveis expostas, pois não apresentam e/ou não manejam adequadamente os biodigestores existentes nas propriedades.

Os integrados que não possuem sistema de biodigestão são classificados como péssimo, pois dentre as tecnologias disponíveis para o tratamento de dejetos suínos a que envolve biodigestores mostra-se bastante eficiente além disto apresenta a possibilidade de geração de renda à propriedade através da venda de eletricidade produzida.

Quanto ao manejo de águas considerando os trinta integrados e as sub variáveis, os dados coletados estão sumarizados no Quadro 19.

**Quadro 19.** Geração de energia elétrica nos trinta integrados considerando as variáveis.

<b>Energia elétrica</b>	<b>PÉSSIMO</b>	<b>RUIM</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>BOM</b>	<b>EXCELENTE</b>
<b>1</b>	todos				
<b>2</b>	todos				
<b>3</b>					todos

Legenda: Integrados: Os números de 1 a 30. Variáveis: 1) Equipamentos para geração de energia elétrica; 2) Distribuição de energia elétrica; 3) Potencial de geração de energia elétrica. Fonte: Autora.

Pela análise dos dados percebe-se que quanto à geração de energia de um modo geral os integrados apresentam um resultado de péssimo a ruim ( $60/90 = 66,7\%$ ) e médio a excelente ( $30/90 = 33,3\%$ ). Os integrados não possuem equipamentos nem produzem energia elétrica a partir de biodigestores, no entanto, todos apresentam um potencial de geração de energia elétrica a partir do biogás. Um dos principais motivos está no custo de aquisição e manutenção dos equipamentos elétricos, além do custo de aquisição de biodigestores para os que não possuem.

### 5.3 Coleta de dejetos

Os resultados referentes à coleta de dejetos pode ser observada na Tabela 8.

**Tabela 8.** . Produção média diária de esterco+urina (kg) fase das categorias coletadas.

<b>Classe Animais</b>	<b>Kg de dejetos (urina + esterco) Cooperativa</b>	<b>Kg de dejetos (urina + esterco) Embrapa</b>
Fêmea Gestando	7,3	11,0
Animais de 25- 100 kg	2,95	4,9

Fonte: Oliveira, 2004, adaptado pela autora.

Com base no número de animais envolvidos nas etapas de produção de suínos (UPLs, GRSC e UT) e dos dados apresentados na Tabela 7 e 8 foi possível estimar o volume de dejetos (kg/dia) produzidos pelas categorias, bem como estimar a produção de m<sup>3</sup> de biogás por kg de esterco. Multiplicando estes valores pela mínima e máxima eficiência energética (Tabela 6) chegou-se ao potencial de geração de energia elétrica em kWh/dia de cada unidade de produção, como pode ser observado nas Tabelas 9, 10 e 11.

O potencial total de geração de energia elétrica a partir da biomassa residual da atividade de suinocultura da cooperativa foi de 68.239 kWh/dia (20.729 +4.548+ 42.962), baseado nos valores de produção de dejetos (kg/dia) da Embrapa, e de 44.864 kWh/dia (16.262+2.738+ 25.864) usando como base de dados a coleta de dejetos feito na cooperativa, totalizando uma diferença entre os dados da Embrapa e os obtidos de coleta 23.375 kWh/dia (68.239-44.864).

Analisando o potencial de geração de energia elétrica apresentados nas unidades produtoras de leitões e a demanda de kWh/dia do mês de julho de 2013 das respectivas unidades, foi possível aferir a disponibilidade de energia elétrica que pode ser negociada com a concessionária local. Desta forma, considerando os dados de dejetos coletados e analisando a Tabela 9, a granja Ibicuí conta um potencial de geração de diário de 4026,04 kWh, usando para atender a demanda interna 60% desse valor ( 2424,0 kWh). A granja Pinheiros possui um potencial de geração de 4285,8 kWh e a demanda interna é 65% do valor (2801 kWh), contudo neste momento não está usando. A granja Floresta possui um potencial de produção de 7336,50 kWh e utiliza 51% do

seu potencial de geração e a granja de Erval Velho com um potencial de geração de 613,64 e a demanda interna é de 69% ( 415/614).

Todo o excedente em cada granja pode ser comercializado e disponibilizado à rede elétrica, conforme a lei 10.848/04, que dispõe da comercialização de energia elétrica proveniente de fontes alternativas. Contudo para que a demanda interna seja satisfeita pelo potencial de geração de energia de cada granja, seria adequado ajustar detalhes referentes a volume de água que ingressa no biodigestor, assim como o uso de produtos no manejo e na limpeza que possam afetar a biodigestão.

**Tabela 9.** Potencial de geração de energia elétrica nas granjas.

Granja	Número de Animais	kg de dejetos (esterco + urina) Embrapa	m³ de Biogás/ dia	Potencial de energia kWh		kg de dejetos (esterco + urina) Cooperativa	m³ de Biogás/ dia	Potencial de energia kWh/dia		Demanda em kWh/dia
Ibicuí	14.958	53.167	3.988	5.183,8 -	25.919	41.293	3.097	4.026-	20.130	2.424
Pinheiros	14.712	55.069	4.130	5.369,21 -	26.846	43.957	3.297	4.286-	21.429	2.801
Floresta	23.281	96.308	7.223	9.390,04 -	46.950	75.246	5.643	7.337-	36.683	3.809
Erval Velho	2.014	8.068	605	786,64 -	3.933	6.294	472	614-	3.068	425
<b>Total</b>	54.965	212.612	15.946	20.730	103.649	166.789	12509	16262	81310	9459



**Tabela 10.** Potencial de geração de energia elétrica nas unidades de recria ( não inclui informações sobre demanda).

GRSC	Número de animais	kg de dejetos (esterco + urina)		Potencial de energia kWh		kg de dejetos (esterco + urina)		Potencial de energia kWh/dia	
		Embrapa	m³ de Biogás/dia			Cooperativa	m³ de Biogás/dia		
Santa Clara Sítio III	3.971	19.458	1.459	1.897,15 -	9.486	11.714	879	1.142-	5.711
Celso Retore Sítio III	2.443	11.971	898	1.167,14 -	5.836	7.207	541	703-	3.513
Cesar Dall'oglio Sítio III	825	4.043	303	394,14 -	1.971	2.434	183	237-	1.186
Alberto Rossi Sítio III	2.280	11.172	838	1.089,27 -	5.446	6.726	504	656-	3.279
<b>Total</b>	<b>9.519</b>	<b>46.643</b>	<b>3.498</b>	<b>4.547,70 -</b>	<b>22.739</b>	<b>28.081</b>	<b>2.106</b>	<b>2.738</b>	<b>13.690</b>

**Tabela 11.** Potencial de geração de energia elétrica nas unidades de terminação ( não inclui informações sobre demanda).

Unidade de Terminação	Número Total de Animais	kg de dejetos (esterco + urina)		Potencial de energia kWh/dia		kg de dejetos (esterco + urina)		Potencial de energia kWh/dia	
		Embrapa	m³ de Biogás/dia			Cooperativa	m³ de Biogás/dia		
80	89926	440637,4	33047,805	42962,1-	214810,7	265281,7	19896,1	25864,9-	129324,8

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As questões ambientais estão influenciando os sistemas de produção de animais, no que se refere a insumos, à produção em si e à destinação de seus dejetos. Quanto aos dejetos é possível transformá-los em energia térmica e elétrica, reduzindo ou eliminando o ingresso de energia no sistema. Desta forma é importante conhecer o potencial de geração de energia dos dejetos de animais de acordo com os sistemas de produção. A utilização de dejetos na geração de energia contribui para a mitigação de questões ambientais.

O curso de agronomia da UFSC prepara o profissional para atuar em sistemas de produção, tanto vegetal como animal, mas não para a produção de energia a partir de dejetos. A importância deste assunto está no fato de que há legislação específica regulando-o. E é importante o profissional saber como atuar visando produtividade na produção e controle de seus dejetos. Além disso como há uma legislação sobre a geração de energia elétrica sobre dejetos, essa energia passa a ser mais um produto do sistema de produção de suínos.

As questões ambientais estão influenciando os sistemas de produção de animais, no que se refere a insumos, à produção em si e à destinação de seus dejetos. Quanto aos dejetos, além de seus usos como biofertilizantes, é possível transformá-los em energia térmica e elétrica, reduzindo ou eliminando o ingresso de energia no sistema. Desta forma é importante conhecer o potencial de geração de energia dos dejetos de animais de acordo com os sistemas de produção. A utilização de dejetos na geração de energia contribui para a mitigação de questões ambientais.

A biodigestão é um processo que envolve a participação de microrganismos na decomposição da matéria orgânica. Sua eficiência depende então da viabilidade desses. As práticas de manejo, na suinocultura, podem influenciar tanto positiva quanto negativamente a biodigestão. Os efeitos negativos são percebidos quando é utilizado, em demasia, antibióticos e desinfetantes, cujos princípios ativos têm em comum a redução da presença de microrganismo. Assim, a biodigestão fica prejudicada, sendo mais lenta e até inexistente, tendo como consequência o baixo rendimento de biodigestores. Desta

forma, identificar situações no sistema de produção que venham a prejudicar a biodigestão, auxilia na resolução de questões problemas que resultam em menor produtividade dos biodigestores.

Uma das dificuldades quanto aos aspectos de análise quanto ao rendimento de biodigestores está na coleta de dados, que envolve o estabelecimento de metodologias que consigam dar conta das inúmeras variáveis possíveis de interferência. Entre essas, optar por coletar dados utilizando uma planilha construída previamente, se por um lado facilita a obtenção desses, por outro lado a grande dificuldade está em como organizar a planilha. O uso da escala “Likert” nestes casos, além de estabelecer o nível no qual se encontra o complexo de atitudes (comportamentos administrativos) na granja, permite ainda, entender o que deve ser feito.

O curso de agronomia da UFSC prepara o profissional para atuar em sistemas de produção, tanto vegetal como animal, mas não para a produção de energia a partir de dejetos. A importância deste assunto está no fato de que há legislação específica regulando-o. E é importante o profissional saber como atuar visando produtividade na produção e controle de seus dejetos. Além disso, como há uma legislação sobre a geração de energia elétrica sobre dejetos, essa energia passa a ser mais um produto do sistema de produção de suínos.

Assim, qualquer sistema de produção que não dê uso adequado aos seus dejetos, está deixando de obter lucro com eles ou, ao menos, reduzindo a sua dependência de energia.

Através deste estágio foi possível perceber a dimensão deste assunto no atual sistema produtivo animal e identificar as variáveis de influências na geração de energia elétrica. Por tanto foi possível perceber que seria importante que nas disciplinas de produção animal e vegetal houvesse uma ênfase maior quanto ao manejo dos dejetos oriundos desses sistemas de produção. E que nas disciplinas referentes a administração e planejamento houvesse por sua vez uma abordagem mais adequadas aos processos produtivos, sejam esses na agricultura familiar ou em modelos empresariais, de modelos sistêmicos de gestão.

## 7. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Aneel) – Disponível em: < [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br) >.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. **Manual brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos**. DIAS, A.C. et al. [Ed].  
Brasília: MAPA/ABCS; Concórdia-SC: EMBRAPA Aves e Suínos, 2011. 140p.

ASSOCIAÇÃO PARANENSE DE SUINOCULTORES- APS. **Meio ambiente- a energia gerada pela suinocultura**. Disponível em: < <http://www.aps.org.br/noticias/1-timas/357-a-energia-gerada-pela-suinocultura-.html> > Acesso: 5 nov. 2013.

BRASIL. LEI Nº 10.848, de 15 de Março de 2004.

BRASIL. DECRETO Nº5.163, de 30 de Julho de 2004.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 375, de 29 de Agosto de 2006.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional**. 2013. Disponível em: < [http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/2 - BEN - Ano Base/1 - BEN Portugues - Inglxs - Completo.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/2_-_BEN_-_Ano_Base/1_-_BEN_Portugues_-_Inglxs_-_Completo.pdf) >. Acesso em: 28 out. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Protocolo de Quioto**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/clima/protocolo-de-quioto> >. Acesso em 14 out. 2013.

CARON, C. F., MESSIAS, J. N., FILHO, J. S. C., RUSSI, J. C. V., WEBER, M. I., **Geração de energia no campus a partir da biodigestão anaeróbica**. Tuiuti: Ciência e Cultura, no. 42, p. 63-73, Curitiba, 2009.

CATAPAN, A.; CATAPAN, D. C.; CATAPAN, E. A. **Formas alternativas de geração de energia elétrica a partir do biogás: uma abordagem do custo de geração da energia**. Custos e @agronegócio online, Recife, v. 7, n. 1, p. 25-37, jan./abr. 2011.

COLATTO, L.; LANGER, M. Biodigestor – resíduo sólido pecuário para produção de energia. Unoesc & Ciência – ACET, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 119-128, jul./dez. 2011.

DALMAZO, G. S.; BAZI, S. M.; OLIVEIRA, P. A. V. de.; **Biodigestores**. in Claudio Rocha de Miranda (org). Dia de Campo: suinocultura e meio ambiente: termo de ajuste de condutas da suinocultura. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2009).

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**. Boletim Informativo BIPERS, v.10, n.14, p.4-28, 2002.

DOTTO, R. B.; WOLFF D. B. **Biodigestão e produção de biogás utilizando dejetos bovinos**. Disciplinarum Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 13-26, 2012.

FERRAREZ, A.H.; FILHO, D.O.; TEIXEIRA, C.A. **Potencial de mitigação da emissão de gases de efeito estufa e enquadramento em Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) de empreendimento de uso do biogás como fonte energética em cadeia produtiva de frango de corte**. Vértices, Campos dos Goytacazes: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, v. 12, n.03, p. 41- 57, set./dez. 2010.

GERVÁSIO, E. W. **Suinocultura- Análise da Conjuntura Agropecuária**. DERAL. Secretaria de Estado e Abastecimento- SEAB. Fevereiro 2013. Disponível em <  
[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/SuinoCultura\\_2012\\_2013.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/SuinoCultura_2012_2013.pdf)> Acesso em: 16 out. 2013.

GUSMÃO, M.M.F.C.C. **Produção de biogás em diferentes sistemas de criação de suínos em Santa Catarina**. 2008. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (INEE)- Disponível em: <  
<http://www.inee.org.br/>>.

IPEA. **Sustentabilidade Ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano**. Brasília (Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro – Comunicados do Ipea n. 77), 2011. Disponível em:<  
[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/comunicado/110215\\_comunica\\_doipea77.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/comunicado/110215_comunica_doipea77.pdf)>. Acesso em 27 set. 2013.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI. M.M. **Biodigestor para o tratamento de dejetos de suínos: influência da temperatura ambiente**. Comunicado Técnico, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 416, 1-5, 2005. 5p.

KUNZ, Airton; ET AL. **Comparativo de Custos de Implantação de Diferentes Tecnologias de Armazenagem/Tratamento e Distribuição de Dejetos Suínos**. Circular Técnica nº 42 – EMBRAPA Suínos e Aves. Concórdia: Santa Catarina, 2005.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P.A.V.O **Reunião técnica sobre biodigestores para tratamento de dejetos suínos e uso de biogás**. Documentos, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, n. 106, 1-53, 2006.

LOVATTO, P.A.; **Suinocultura Geral**. Manejo de Dejetos. Capítulo 9. Disponível em: < [http://w3.ufsm.br/suinos/CAP9\\_dej.pdf](http://w3.ufsm.br/suinos/CAP9_dej.pdf)> Acesso em 16 nov. 2011.

MARTINS, F.M.; OLIVEIRA, P.A.V.de. **Análise econômica da geração de energia elétrica a partir do biogás na suinocultura**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.31, n.3, p. 477-468, 2011.

NOGUEIRA, C.E.C.; ZÜRN, H.H. **Modelo de dimensionamento otimizado para sistemas energéticos renováveis em ambientes rurais**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.2, p.341-8, 2005.

OLIVEIRA, P.A.V.; HIGARASHI, M.M. **Geração e utilização de biogás em unidade de produção de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, Série Documentos n. 115, 2006.

OLIVEIRA, P.A.V. de. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de; HIGARASHI, Martha Mayumi. **Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos**. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 2006.

OLIVER, André de Paula Moniz; NETO, Aurélio de Andrade Souza; QUADROS, Danilo Gusmão de; VALLADARES, Renata Everett. **Manual de Treinamento em Biodigestão**. Disponível em <[http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/manuais/manual\\_biodigestor\\_winrock.pdf](http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/manuais/manual_biodigestor_winrock.pdf)> Acesso em 16 out. 2013.

PALHARES, J.C.P. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos: aprendendo com o passado para entender o presente e garantir o futuro**. 2008. Artigo em Hipertexto. Disponível em:<[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_1/Biodigestao/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_1/Biodigestao/index.htm)>. Acesso em 11 out. 2013.

PERDOMO, C. C.; COSTA, R. R. H. da; MEDRI, W.; MIRANDA, C. da R. **Dimensionamento de sistemas de tratamento (decantador de lagoas) e utilização de dejetos suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1999. 5p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 234)

RICCI, M.S.dos F.; NEVES, M.C.P. **Cultivo do café orgânico**. Embrapa Agrobiologia- Sistemas de produção. 2006. Disponível em : <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico2ed/adubacao.htm>> Acesso em 17 out. 2013.

RIFKIN, J. **A terceira revolução industrial: como o poder lateral está transformando a energia, a economia e o mundo**. São Paulo: M.Books do Brasil Editora, 2012.

ROCHA, H.M. **Abordagem metodológica na análise de dados de estudos não paramétricos, com base em respostas em escalas ordinais**. GEPROS. 2011;6(3):77-91

SANTA CATARINA. DECRETO N° 14. 250 de 5 de Junho de 1981.

SANTOS, T.M.B. dos. **Balanço energético e adequação do uso de biodigestores em galpões de frangos de corte**. 2001. 179f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Jaboticabal.

SARANDÓN, S.J.; FLORES, C.C. **Evaluación de la sustentabilidade em agroecosistemas: una propuesta metodológica**. Agroecología 4: 19-28, 2009.

## 8. ANEXOS

### **Unidade Produtora de Leite (UPLs)**

Granja Ibicuí- Filial 38: É uma granja multiplicadora e comercial que produz animais para reposição do plantel como também animais para integração (abate). Trabalha com duas linhas, a primeira com o cruzamento de linhas puras, fêmea Large White (Vigor 400) e macho Landrace (V10), e a segunda com cruzamento de raças sintéticas, fêmea híbrida (V140) e macho Landrace (V10). Conta com 14.958 animais alojados, destes 3.205 formados por matrizes. Os animais ficam divididos em dois sítios principais, Sítio I onde ficam localizados os galpões de maternidade, gestação, reposição e o sítio II é composto pelos galpões de creche;

Granja dos Pinheiros- Filial 50: É uma granja comercial, produz animais apenas para integração, destinados ao abate. O cruzamento é feito a partir de raças híbridas (fêmea Camborough e macho AGPIC 514). Conta com 14.712 animais, dentre os quais 3.468 são matrizes, é dividida em dois sítios, Sítio I onde ficam localizados os galpões de maternidade, gestação, reposição e o sítio II é composto pelos galpões de creche.

Granja Floresta- Filial 41: É uma Granja núcleo e multiplicadora contando com nove linhagens, possui base genética de fêmea e macho Landrace (AG1010) para produção de linha fêmea pura, e também trabalha com cruzamento de híbridos (Tabela 1)

É a maior granja da cooperativa constituindo-se de 23.281 animais, com mais de 5.600 matrizes. Possui laboratório de coleta de sêmen que é destinado para uso interno da granja como também para a filial 37. Este sistema de coleta será substituído por sêmen vindo direto da empresa de genética visando um melhor desempenho final.

É dividida em dois sítios principais, sendo o sítio I os galpões de gestação, maternidade, reposição, laboratório e o sítio II com os galpões da creche.

Granja Erval Velho- Filial 37: É uma granja comercial, assim como a Granja dos Pinheiros produzindo animais apenas para integração (abate) de mesma base genética. É a granja mais antiga da cooperativa, possui um sistema mais rudimentar e é constituída somente por um sítio de produção que envolve galpões



de gestação, maternidade, reposição e creche. Apresenta apenas 2.014 animais e é o local onde normalmente são feitos testes e pesquisas de manejo.

### **Unidades de Certificação de Reprodutores (GRSC)**

A certificação ocorre seguindo as condições de ser livre de peste suína clássica, doença de aujeszky, brucelose, tuberculose, sarna e controlada para leptospirose. As coletas e inoculações de materiais são feitos em amostras aleatórias representativas do plantel, acompanhadas por um responsável da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC).

O número de animais nas quatro unidades de certificação de reprodutores (GRSC) pode ser observado na tabela abaixo ( Tabela 3).

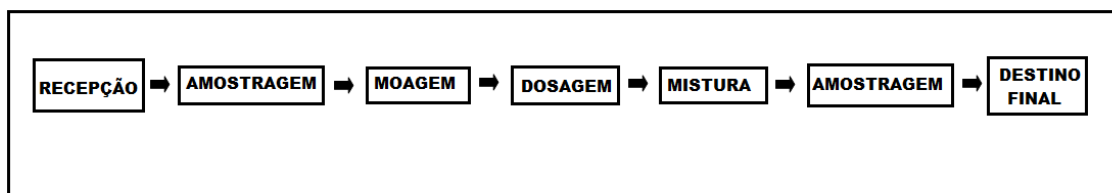
### **Unidade de Terminação**

A empresa conta com oitenta integrados, são associados responsáveis pela etapa de crescimento e terminação dos suínos para abate, dentre os quais foram visitados trinta. O número de suínos varia de acordo com a propriedade, totalizando 89. 926 animais. A Cooperativa fornece os animais, ração e assistência técnica como auxílio.

### **Fábrica de ração**

A fábrica de ração da cooperativa Copercampos assumiu no ano de 2013 o controle de produção da ração destinada às divisões do setor suinícola. São produzidos onze núcleos, desde a fase de gestação, maternidade, creche até a terminação.

Nutrição balanceada com uso de matéria prima baseada em farelo de soja, milho, farelo de trigo e óleo demogado, que é resultante da extração do óleo do grão de soja. As etapas do processo podem ser observadas de acordo com a Figura 13.



**Figura 13.** Sequência das etapas que envolvem o processo de produção de ração. Fonte: Cooperativa, adaptado pela autora.

### **Indústria de biofertilizante**

Por ser um recurso disponível nas unidades e com o intuito de aproveitar o dejetos animal como fonte de nutriente para ação das etapas biológicas e consequente fabricação do bioativo, a indústria de biofertilizante iniciou sua atividade no ano de 2011.

A adequação da formulação foi obtida através de parcerias com o Instituto de Fósforos Biológicos (IFB), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e laboratórios, e com o uso de cama de aviário.

Organização do sistema é feita em formato de compostagem. O início do processo se dá pela adição de microorganismos (fungos e bactérias) em tanque de água, onde o material passa por aeração. Após o procedimento, o líquido é distribuído sobre as leiras de cama de aviário+rocha fosfatada, sendo revolvido periodicamente e permanece neste formato por quinze dias quando é estocado (Figura 14).

Conforme a necessidade de produção o material vai sendo encaminhado para o secador, com temperatura variando entre 75º- 85º C, sendo posteriormente peneirado. A matéria que não atendeu a granulométrica desejada é moída volta para peneira até atingir a homogeneidade. Nitrogênio e potássio são adicionados após a homogeneização do conteúdo, que é posteriormente misturado. É adicionada também uma goma para promover a granulação da matéria, seguindo para etapa final de peneiras e ensacamento.



**Figura 14.** Etapas da produção do biofertilizante na Cooperativa Copercampos.

Legenda: A) Adição de microorganismos em tanque de água. B) Revolvimento das leiras de cama de aviário+rocha fosfatada. C) Armazenamento do material em área coberta. D) Secagem e peneiramento do material. E) Adição de nitrogênio (N) e potássio (K). F) Grânulos após ultima etapa de processamento antes do ensacamento.

O principal entrave no uso do dejetos suíno como base do sistema de compostagem é sua umidade, que varia em torno de 35% contra 10 % da cama de aviário. Essa porcentagem de umidade do dejetos suíno dificulta o processamento das etapas de produção nas leiras. Porém testes estão sendo realizados para adequação do sistema, como por exemplo, a mistura das bases (dejetos suíno + cama de aviário) em diferentes percentuais.

Além de ser uma fonte disponível, o dejetos suíno possui a vantagem de já ter incorporado na sua biomassa NPK.

## Planilhas aplicadas nas granjas (UPLs)

### Água

#### Armazenamento de água

	1	2	3	4	5
G	Não tem local para armazenar	Falta local para armazenar	Local em péssimas condições de armazenagem	Local adequado em condições parciais de armazenagem	Armazena em local adequado
M	Não tem local para armazenar	Falta local para armazenar	Local em péssimas condições de armazenagem	Local adequado em condições parciais de armazenagem	Armazena em local adequado
C	Não tem local para armazenar	Falta local para armazenar	Local em péssimas condições de armazenagem	Local adequado em condições parciais de armazenagem	Armazena em local adequado
R	Não tem local para armazenar	Falta local para armazenar	Local em péssimas condições de armazenagem	Local adequado em condições parciais de armazenagem	Armazena em local adequado

#### Destino da água do bebedor

	1	2	3	4	5
G	Não tem vala	Mesma vala do dejetos+água da chuva	mesma vala do dejetos	Vala separada e junta com água da chuva	Cai em vala separada
M	Não tem vala	Mesma vala do dejetos+água da chuva	mesma vala do dejetos	Vala separada e junta com água da chuva	Cai em vala separada
C	Não tem vala	Mesma vala do dejetos+água da chuva	mesma vala do dejetos	Vala separada e junta com água da chuva	Cai em vala separada
R	Não tem vala	Mesma vala do dejetos+água da chuva	mesma vala do dejetos	Vala separada e junta com água da chuva	Cai em vala separada

#### Coleta da água da chuva

	1	2	3	4	5
G	Não Coleta	Esterqueira	Biodigestor	Lagoa	Tratamento químico
M	Não Coleta	Esterqueira	Biodigestor	Lagoa	Tratamento químico
C	Não Coleta	Esterqueira	Biodigestor	Lagoa	Tratamento químico
R	Não Coleta	Esterqueira	Biodigestor	Lagoa	Tratamento químico

#### Destino da água de sobra do consumo (bebedouro, vazamentos)

	1	2	3	4	5
G	6	1	2 e 1	2-1-3-5	2-1-3-4
M	6	1	2 e 1	2-1-3-5	2-1-3-4
C	6	1	2 e 1	2-1-3-5	2-1-3-4
R	6	1	2 e 1	2-1-3-5	2-1-3-4

Legenda: 1- Lagoa; 2- Biodigestor; 3- Tratamento químico; 4- Volta para o estabelecimento; 5- Rio; 6- Não coleta.

#### Destino da água da chuva

	1	2	3	4	5
G	6	1	2 e 1	2-1-3-5	2-1-3-4
M	6	1	2 e 1	2-1-3-5	2-1-3-4
C	6	1	2 e 1	2-1-3-5	2-1-3-4
R	6	1	2 e 1	2-1-3-5	2-1-3-4

Legenda: 1- Lagoa; 2- Biodigestor; 3- Tratamento químico; 4- Volta para o estabelecimento; 5- Rio; 6- Não coleta.

## Destino da água da limpeza

	1	2	3	4	5
G	6	1	1 e 2	1-2-3-5	1-2-3-4
M	6	1	1 e 2	1-2-3-5	1-2-3-4
C	6	1	1 e 2	1-2-3-5	1-2-3-4
R	6	1	1 e 2	1-2-3-5	1-2-3-4

Legenda: 1- Biodigestor; 2-Lagoa; 3- Tratamento químico; 4- Volta para o estabelecimento reciclada; 5- Rio;  
6- Não coleta.

## Armazenamento de água Reciclada

	1	2	3	4	5
G	Não tem local para armazenar	Falta local para armazenar	Local em péssimas condições de armazenagem	Local adequado em condições parciais de armazenagem	Armazena em local adequado
M	Não tem local para armazenar	Falta local para armazenar	Local em péssimas condições de armazenagem	Local adequado em condições parciais de armazenagem	Armazena em local adequado
C	Não tem local para armazenar	Falta local para armazenar	Local em péssimas condições de armazenagem	Local adequado em condições parciais de armazenagem	Armazena em local adequado
R	Não tem local para armazenar	Falta local para armazenar	Local em péssimas condições de armazenagem	Local adequado em condições parciais de armazenagem	Armazena em local adequado

**Limpeza**

## Limpeza da vala

	1	2	3	4	5
G	Água do poço clorada	Água do poço	Água da chuva	Água chuva+bebedouro	Água reutilizável tratamento
M	Água do poço clorada	Água do poço	Água da chuva	Água chuva+bebedouro	Água reutilizável tratamento
C	Água do poço clorada	Água do poço	Água da chuva	Água chuva+bebedouro	Água reutilizável tratamento
R	Água do poço clorada	Água do poço	Água da chuva	Água chuva+bebedouro	Água reutilizável tratamento

## Limpeza do corredor

	1	2	3	4	5
G	Água do poço clorada	Água do poço	Água da chuva	Água chuva+bebedouro	Água reutilizável tratamento
M	Água do poço clorada	Água do poço	Água da chuva	Água chuva+bebedouro	Água reutilizável tratamento
C	Água do poço clorada	Água do poço	Água da chuva	Água chuva+bebedouro	Água reutilizável tratamento
R	Água do poço clorada	Água do poço	Água da chuva	Água chuva+bebedouro	Água reutilizável tratamento

## Limpeza da instalação (baias, equipamentos)

	1	2	3	4	5
G	Água do poço clorada	Água do poço	Água da chuva	Água chuva+bebedouro	Água reutilizável tratamento
M	Água do poço clorada	Água do poço	Água da chuva	Água chuva+bebedouro	Água reutilizável tratamento
C	Água do poço clorada	Água do poço	Água da chuva	Água chuva+bebedouro	Água reutilizável tratamento
R	Água do poço clorada	Água do poço	Água da chuva	Água chuva+bebedouro	Água reutilizável tratamento

## Limpeza instalação rodo/vassoura

	1	2	3	4	5
G	Não limpa	Quando necessário	1x semana	1x ao dia	2x ao dia
M	Não limpa	Quando necessário	1x semana	1x ao dia	2x ao dia
C	Não limpa	Quando necessário	1x semana	1x ao dia	2x ao dia
R	Não limpa	Quando necessário	1x semana	1x ao dia	2x ao dia

## Limpeza instalação água fria com pressão

	1	2	3	4	5
G	Cada 7 dias	Cada 15 dias	Quando necessário	A cada troca de lote	Não lava
M	Cada 7 dias	Cada 15 dias	Quando necessário	A cada troca de lote	Não lava
C	Cada 7 dias	Cada 15 dias	Quando necessário	A cada troca de lote	Não lava
R	Cada 7 dias	Cada 15 dias	Quando necessário	A cada troca de lote	Não lava

## Limpeza instalação água quente com pressão

	1	2	3	4	5
G	Cada 7 dias	Cada 15 dias	Quando necessário	A cada troca de lote	Não lava
M	Cada 7 dias	Cada 15 dias	Quando necessário	A cada troca de lote	Não lava
C	Cada 7 dias	Cada 15 dias	Quando necessário	A cada troca de lote	Não lava
R	Cada 7 dias	Cada 15 dias	Quando necessário	A cada troca de lote	Não lava

## Produtos utilizados na limpeza

	1	2	3	4	5
G	água + "detergente"+ desinfetante+ "pulverizador"	água + "detergente"+ desinfetante	Água+ desinfetante	Somente água	Não utiliza
M	água + "detergente"+ desinfetante+ "pulverizador"	água + "detergente"+ desinfetante	Água+ desinfetante	Somente água	Não utiliza
C	água + "detergente"+ desinfetante+ "pulverizador"	água + "detergente"+ desinfetante	Água+ desinfetante	Somente água	Não utiliza
R	água + "detergente"+ desinfetante+ "pulverizador"	água + "detergente"+ desinfetante	Água+ desinfetante	Somente água	Não utiliza

**Dejeto**

## Origem do Dejeto

	1	2	3	4	5
G	Tudo + Restos que caírem	Fezes+urina+água bebedouro+limpeza	Fezes+urina+água limpeza	Fezes+urina+ração+água bebedouro	Fezes+urina
M	Tudo + Restos que caírem	Fezes+urina+água bebedouro+limpeza	Fezes+urina+água limpeza	Fezes+urina+ração+água bebedouro	Fezes+urina
C	Tudo + Restos que caírem	Fezes+urina+água bebedouro+limpeza	Fezes+urina+água limpeza	Fezes+urina+ração+água bebedouro	Fezes+urina
R	Tudo + Restos que caírem	Fezes+urina+água bebedouro+limpeza	Fezes+urina+água limpeza	Fezes+urina+ração+água bebedouro	Fezes+urina

## Destino do dejetos

	1	2	3	4	5
G	6	1	2 e 1	1-2-3-4	1-2-3-5
M	6	1	2 e 1	1-2-3-4	1-2-3-5
C	6	1	2 e 1	1-2-3-4	1-2-3-5
R	6	1	2 e 1	1-2-3-4	1-2-3-5

Legenda: 1- Esterqueira; 2- Biodigestor; 3- Tratamento químico; 4- Volta para o biodigestor; 5- Esterqueira pós biodigestor; 6- Não coleta.

## Volume de dejetos no biodigestor

	1	2	3	4	5
G	Não tem	Não atende a necessidade de dejetos produzidos diariamente de um sítio	Atende as necessidades de dejetos produzidos diariamente de um sítio	Atende as necessidades de dejetos produzidos diariamente de mais de um sítio	Atende as necessidades de dejetos produzidos diariamente de um ou mais sítios e sobra
M	Não tem	Não atende a necessidade de dejetos produzidos diariamente de um sítio	Atende as necessidades de dejetos produzidos diariamente de um sítio	Atende as necessidades de dejetos produzidos diariamente de mais de um sítio	Atende as necessidades de dejetos produzidos diariamente de um ou mais sítios e sobra
C	Não tem	Não atende a necessidade de dejetos produzidos diariamente de um sítio	Atende as necessidades de dejetos produzidos diariamente de um sítio	Atende as necessidades de dejetos produzidos diariamente de mais de um sítio	Atende as necessidades de dejetos produzidos diariamente de um ou mais sítios e sobra
R	Não tem	Não atende a necessidade de dejetos produzidos diariamente de um sítio	Atende as necessidades de dejetos produzidos diariamente de um sítio	Atende as necessidades de dejetos produzidos diariamente de mais de um sítio	Atende as necessidades de dejetos produzidos diariamente de um ou mais sítios e sobra

**Biodigestor**

## Caixa de contenção antes de chegar no biodigestor

	1	2	3	4	5
G	Não tem biodigestor	Tem bio.porém não tem caixa	caixa de contenção em construção	parte dos dejetos não cai na caixa de contenção	Tem caixa de contenção em todas as entradas do bio.
M	Não tem biodigestor	Tem bio.porém não tem caixa	caixa de contenção em construção	parte dos dejetos não cai na caixa de contenção	Tem caixa de contenção em todas as entradas do bio.
C	Não tem biodigestor	Tem bio.porém não tem caixa	caixa de contenção em construção	parte dos dejetos não cai na caixa de contenção	Tem caixa de contenção em todas as entradas do bio.
R	Não tem biodigestor	Tem bio.porém não tem caixa	caixa de contenção em construção	parte dos dejetos não cai na caixa de contenção	Tem caixa de contenção em todas as entradas do bio.

## Número de biodigestores

	1	2	3	4	5
G	Nenhum	1 para todas as unidades	2 para todas unidades	1 para cada sítio	2 para cada sítio
M	Nenhum	1 para todas as unidades	2 para todas unidades	1 para cada sítio	2 para cada sítio
C	Nenhum	1 para todas as unidades	2 para todas unidades	1 para cada sítio	2 para cada sítio
R	Nenhum	1 para todas as unidades	2 para todas unidades	1 para cada sítio	2 para cada sítio

Finalidade 1 do gás produzido no biodigestor

	1	2	3	4	5
G	Não tem	Cheiro e Queima metano	Cheiro Queima metano + motores	Cheiro Queima metano + motores+ Aquecimento	Toda propriedade
M	Não tem	Cheiro e Queima metano	Cheiro Queima metano + motores	Cheiro Queima metano + motores+ Aquecimento	Toda propriedade
C	Não tem	Cheiro e Queima metano	Cheiro Queima metano + motores	Cheiro Queima metano + motores+ Aquecimento	Toda propriedade
R	Não tem	Cheiro e Queima metano	Cheiro Queima metano + motores	Cheiro Queima metano + motores+ Aquecimento	Toda propriedade

Finalidade 2 do gás produzido no biodigestor

	1	2	3	4	5
G	Não tem outra finalidade	Aquecimento dos leitões	Energia elétrica	Aquecimento e energia elétrica	Aquecimento e energia elétrica e queima de metano
M	Não tem outra finalidade	Aquecimento dos leitões	Energia elétrica	Aquecimento e energia elétrica	Aquecimento e energia elétrica e queima de metano
C	Não tem outra finalidade	Aquecimento dos leitões	Energia elétrica	Aquecimento e energia elétrica	Aquecimento e energia elétrica e queima de metano
R	Não tem outra finalidade	Aquecimento dos leitões	Energia elétrica	Aquecimento e energia elétrica	Aquecimento e energia elétrica e queima de metano

Quanto ao cumprimento da finalidade térmica

	1	2	3	4	5
G	Não tem	Não consegue atender	Consegue atender parcialmente	Consegue atender sem sobra se gás	Consegue atender e sobra gás
M	Não tem	Não consegue atender	Consegue atender parcialmente	Consegue atender sem sobra se gás	Consegue atender e sobra gás
C	Não tem	Não consegue atender	Consegue atender parcialmente	Consegue atender sem sobra se gás	Consegue atender e sobra gás
R	Não tem	Não consegue atender	Consegue atender parcialmente	Consegue atender sem sobra se gás	Consegue atender e sobra gás

Quanto ao cumprimento da finalidade elétrica

	1	2	3	4	5
G	Não tem	Não consegue atender	Consegue atender parcialmente	Consegue atender sem sobra se gás	Consegue atender e sobra gás
M	Não tem	Não consegue atender	Consegue atender parcialmente	Consegue atender sem sobra se gás	Consegue atender e sobra gás
C	Não tem	Não consegue atender	Consegue atender parcialmente	Consegue atender sem sobra se gás	Consegue atender e sobra gás
R	Não tem	Não consegue atender	Consegue atender parcialmente	Consegue atender sem sobra se gás	Consegue atender e sobra gás



## Energia elétrica

### Equipamentos para geração de energia elétrica

	1	2	3	4	5
G	Não tem	Possui parte dos equipamentos	Possui equipamentos, mas não adequados	Possui 1-2-3 não suficiente	Possui 1-2-3 suficiente
M	Não tem	Possui parte dos equipamentos	Possui equipamentos, mas não adequados	Possui 1-2-3 não suficiente	Possui 1-2-3 suficiente
C	Não tem	Possui parte dos equipamentos	Possui equipamentos, mas não adequados	Possui 1-2-3 não suficiente	Possui 1-2-3 suficiente
R	Não tem	Possui parte dos equipamentos	Possui equipamentos, mas não adequados	Possui 1-2-3 não suficiente	Possui 1-2-3 suficiente

### Distribuição de energia elétrica

	1	2	3	4	5
G	Não tem	Atende somente parte da propriedade	Atende somente a propriedade	Atende a propriedade e joga na rede gratuitamente	Atende a propriedade e vende
M	Não tem	Atende somente parte da propriedade	Atende somente a propriedade	Atende a propriedade e joga na rede gratuitamente	Atende a propriedade e vende
C	Não tem	Atende somente parte da propriedade	Atende somente a propriedade	Atende a propriedade e joga na rede gratuitamente	Atende a propriedade e vende
R	Não tem	Atende somente parte da propriedade	Atende somente a propriedade	Atende a propriedade e joga na rede gratuitamente	Atende a propriedade e vende

### Potencial de produção de energia elétrica

	1	2	3	4	5
G	Não tem	Atende somente parte da propriedade	Atende somente a propriedade	Atende a propriedade e joga na rede gratuitamente	Atende a propriedade e vende
M	Não tem	Atende somente parte da propriedade	Atende somente a propriedade	Atende a propriedade e joga na rede gratuitamente	Atende a propriedade e vende
C	Não tem	Atende somente parte da propriedade	Atende somente a propriedade	Atende a propriedade e joga na rede gratuitamente	Atende a propriedade e vende
R	Não tem	Atende somente parte da propriedade	Atende somente a propriedade	Atende a propriedade e joga na rede gratuitamente	Atende a propriedade e vende

As planilhas aplicadas nos integrados (UT) seguem a mesma sequência e ordem das planilhas aplicadas nas granjas (UTLs), alterando-se somente o local de aplicação conforme pode ser observado no exemplo abaixo quanto a variável água e sub variável “armazenamento de água”.

[illegible]

